Programme BABYLONE - ELECTRA 2009

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PRÉFET
DE LA RÉGION
MIDI-PYRÉNÉES

RÉGION
MIDI-PYRÉNÉES

Livre Blanc

Approche économique de l'Open Source Matériel pour les Systèmes Critiques

Première édition

l'Europe s'engage en Midi-Pyrénées avec le FEDER

ADER 3

Référence: 3289-8514

Décembre 2012

Sommaire

1. Remerciements et contributions 3
2. I. Introduction 5
3. II. Contexte 6
4. III. Vision prospective 13
5. IV. Réflexions et règles de bonnes pratiques 22
6. V. Modèle organisationnel, Workflows et opportunités de business 41
7. VI. Conclusion 53
8. Annexes 54
9. Notes 64

Copyright (C) 2012 : Tous droits réservés

Remerciements et contributions

Remerciements

Le contenu de ce livre blanc n'aurait pas été aussi riche sans le soutien, les initiatives et les précieuses remarques d'un certain nombre de personnes que nous avons côtoyés tout au long du projet et avec lesquels nous avons pu échanger librement. Ouverts à l'idée qu'une nouvelle forme de modèle économique basé sur le partage mutualisé et la réciprocité pouvait être étudiée, où l'Homme et la valeur travail retrouvent leur place, nos discussions ont permis d'affiner notre réflexion et de balayer un périmètre étendu du domaine.

Nous souhaitons par ce biais les remercier chaleureusement pour leur temps et la qualité de leur collaboration à nos côtés pour fournir la matière première à la synthèse que nous avons tenté de rédiger.

Le premier remerciement revient à l'état à travers la DIRRECTE et à la région Midi-Pyrénées pour nous avoir permis d'étudier ce nouveau modèle économique.

Il revient ensuite à l'ensemble des membres du projet BABYLONE, précurseurs dans l'idée qu'un tel modèle était envisageable.

Nous souhaitons remercier S. RENGNET pour son initiative sur la thématique "OPEN SOURCE MATÉRIEL" et son dynamisme pour faire émerger un certain nombre de concepts, de risques et d'opportunités que nous avons pu prendre en compte dans le livre blanc. A ce titre, nous remercions C. LABEZIN, P. GUYARD, L. LATORSE, S. MICHEL et P. KEYRMARREC pour leur contribution aux débats.

Nous remercions A. OTTENHEIMER qui a su réunir un groupe de travail sur la thématique des "Calculateurs Low Cost". Ce groupe a ainsi permis de dégager les problématiques, besoins et freins des acteurs de la filière des systèmes embarqués critiques sur l'approche modulaire et mutualisée du développement de ces systèmes.

Nous remercions P. LEROY pour son implication, ses remarques et ses propositions toujours pertinentes tout au long de la maturation de nos travaux.

Nous remercions G. LADIER pour son soutien de tous les instants et son dynamisme participatif à faire éclore de tels modèles alternatifs complémentaires aux modèles actuels.

Nous remercions AEROSPACE VALLEY, à travers ses représentants, pour les espaces de communication offerts lors des réunions des DAS afin de permettre de prendre la température de la filière et commencer le travail de sensibilisation sur ce thème.

Les éléments du chapitre sur la propriété intellectuelle sont notamment issus de contributions et discussions avec A. LESAGE, B. JEAN et N. FOUTEL que nous tenons à remercier ici.

Nous souhaitons remercier également M.C. CONTE pour nos échanges. Elle est à l'origine de la notion de "Tête de Gondole", concept au combien illustratif de la stratégie Open Source actuelle.

Nous remercions Pascal VILAREM, Directeur technique de LINAGORA-GRAND-SUD-EST et surtout contributeur de la distribution *Mageia*, pour sa participation et pour ses précieuses visions d'avenir quant à l'intégration des méthodes du Logiciel libre dans le secteur du hardware.

Copyright (C) 2012 : Tous droits réservés

Nous tenons enfin à saluer tous les autres qui se reconnaîtront pour les moments de partage sur le sujet et qui ont ponctuellement nourri ces lignes.

Contributions

- Loïc URBAIN
- Michel PHILIPPENKO
- Laurent LACÔTE
- Jean-Pierre LORRE
- Florence PABON
- Pascal VILAREM

Comité de relecture

- Loïc URBAIN
- Florence PABON
- Pascal VILAREM
- Benjamin JEAN
- Séverine RENGNET
- Jean-Luc JARRY

Copyright (C) 2012 : Tous droits réservés

I. Introduction

Le projet BABYLONE a pour objectif d'explorer le cadre de développement de briques technologiques certifiables open sources pour la filière des systèmes critiques. Il a notamment pour objectif de proposer des pistes de réponses aux besoins d'adaptation et de mutation de cette filière en intégrant les aspects matériels et logiciels embarqués. Une de ces pistes est de favoriser le renforcement des compétences et la mise en place de partenariats durables pour faire face aux pressions technologiques et économiques de l'environnement international dans lequel ses membres évoluent. Il entend réunir les conditions favorables à une recherche, une ingénierie et une formation collaboratives en construisant le socle qui assure la mutualisation, l'interopérabilité, l'indépendance, la pérennité des développements et la maîtrise des coûts pour l'ensemble des acteurs présents et futurs.

Ce livre blanc présente un modèle économique et organisationnel alternatif aux solutions traditionnelles applicables aux systèmes critiques pour développer et pérenniser une partie des activités industrielles de ces secteurs.

Nous nous proposons de faire, dans un premier temps, un état de la situation actuelle. Puis, nous présenterons notre vision prospective basée sur un modèle de partage et des règles de bonnes pratiques. Enfin, nous présenterons notre modèle économique et organisationnel pour les filières concernées et les opportunités de business complémentaires aux solutions traditionnelles.

Les chapitres de ce livre ont été organisés pour vous permettre d'en avoir une lecture aussi bien continue que fractionnée. Ainsi, après avoir effectué une première lecture d'ensemble, chacun pourra à loisir reprendre les chapitres un à un pour mieux s'approprier les concepts exposés. Nous espérons que vous prendrez autant de plaisir à en découvrir les méandres que nous en avons eu à les explorer et à vous les présenter ci-après.

Copyright (C) 2012 : Tous droits réservés

Copyright (C) 2012 : Tous droits réservés

II. Contexte

1. Contexte du domaine Open Source

À contre-courant des pratiques actuelles – qui ne confèrent qu'exceptionnellement aux utilisateurs la possibilité matérielle et/ou juridique de modifier le produit pour le faire évoluer --, notre étude considère comme essentielle l'utilisation de licences de type *open source* fondatrices d'un référentiel profitant aux partenaires, aux clients et à la filière en général [1]. Cette pratique facilite le développement des acteurs grâce à la mise en place d'un développement incrémental et une meilleure visibilité de ses compétences. De plus, cette solution assure la production d'un design testé, éprouvé (grâce à un libre accès de celui-ci et le travail transparent des membres du groupement) et surtout pérenne (c'est-à-dire qui puisse être utilisé sur du long terme, modifié lorsque nécessaire, et ceci, sans limitation de durée).

Le savoir-faire et les concepts élaborés par la communauté du Logiciel libre, pendant ces trois dernières décennies, gagnent aujourd'hui les autres secteurs [2]. De nombreuses entreprises et esprits innovants se sont lancés qui dans le tracteur libre *LifeTrac*, qui dans la machine à laver open source *OSWash*, ou qui encore dans la moto de course électrique *Open Moto X* [3]. Projets spatiaux, matériels médicaux, instruments de musique, et même produits alimentaires... les initiatives abondent. Certaines laissent à rêver, tant elles sont avant-gardistes. Des listes en sont tenues à jour, disponibles sur le web [4].

De nombreux projets industriels sont menés sur les bases de telles licences, notamment dans le secteur de l'embarqué, et se fondent sur ce modèle économique innovant, original et prometteur de « l'Open Innovation » dont les maîtres mots sont l'ouverture, le partage et la non-exclusivité (Topcased, GAIA dans l'aéronautique ; AUTOSAR et Artop pour l'automobile ; etc.) [5].

En électronique, citons quelques leaders, dont les produits sont en vente sur internet : *Arduino*, plate-for me de conception d'interfaces entre ordinateurs et n'importe quels autres équipements, *Adafruit Industries*, *DIY Drones*, un des grands leaders de l'Open Source Hardware qui s'occupe en particulier d'électronique embarquée, *OpenCores* ou encore *BeagleBoard* [6]. Le CERN également s'est engagé sur cette voie, en créant un site pour la coordination de projets, ouvert à tous, et dont la mascotte est un pingouin aux contours rigides [7].

L'*Open Source Hardware* (OSHW) ou *hackable device*, en français *matériel libre*, englobe tous ces projets hétéroclites. Cette locution désigne en effet « des artéfacts tangibles, machines, dispositifs ou toutes choses physiques dont les plans ont été rendus publics, de façon que quiconque puisse les fabriquer, modifier, distribuer et les utiliser » [8].

Le 23 septembre 2010, s'est tenu, à New-York, le premier sommet de l'OSHW, en partenariat avec le magazine *Make* (diffusé par O'Reilly Media, Inc.) [9]. Il donne une puissante impulsion au mouvement : celui-ci s'identifie comme tel. Un logo, une association et un site dédié sont créés, les définitions indispensables pour son activité sont publiées [10].

Des voies nouvelles, très prometteuses, s'ouvrent ainsi aux méthodes du Libre. Il est question, dans ce chapitre, d'en présenter les principes utilisés dans l'informatique depuis près de trente ans, et d'indiquer les passerelles quant à leur application dans les systèmes embarqués critiques, domaine du projet BABYLONE.

Copyright (C) 2012 : Tous droits réservés

Aux origines du Libre, la guerre contre l'interdiction de copier

La faculté des nouvelles technologies de dupliquer très rapidement d'importants volumes de documents et de données, malgré l'immense progrès qu'elle représente, pose également des problèmes. Dans le domaine de l'édition, la réaction ne s'est pas fait attendre : « La photocopie tue le livre ! », lit-on toujours fréquemment sur les pages de garde des ouvrages, dans les marges des partitions de musique, etc.

Qu'en est-il des logiciels ? Des semaines et des mois de labeur sont recopiés par simple téléchargement ! Dans les années 80, Bill Gates avait demandé à ce que le travail des programmeurs soit respecté de manière analogue à celui des écrivains… Or, dans ce milieu, cette disposition était une nouveauté : les informaticiens avaient l'habitude, depuis les débuts, d'échanger sans contraintes. De surcroît, il ne s'agit pas du même genre de création ; les finalités ne sont assurément pas les mêmes !

Quant au matériel, la question ne se pose pas. Tout est historiquement sous format propriétaire.

La philosophie du mouvement : partage et intérêt commun

Sous l'impulsion de Richard Stallman, un mouvement d'opposition prend corps dans le domaine le plus exposé, celui du logiciel. La *Free Software Foundation*, créée en 1985, œuvre pour le développement d'un système d'exploitation libre de type Unix (GNU) en se basant sur les quatre libertés suivantes :

- liberté 0 : d'exécuter le programme - pour tous les usages,
- liberté 1 : d'étudier le fonctionnement du programme (suppose l'accès au code source),
- liberté 2 : de redistribuer des copies (dont la liberté de vendre des copies),
- liberté 3 : d'améliorer le programme et de publier ces améliorations (suppose, là encore, l'accès au code source).

Ces quatre points sont définis pareillement pour l'OSHW. Mais, alors qu'il était question pour le génie logiciel de « code source » et de « programme exécutable », il s'agit maintenant de « design » et de « mise en œuvre » des appareillages électroniques. Il est exigé que la documentation afférente soit disponible et, de surcroît, sous une forme qui permette aux développeurs d'insérer sans difficulté leurs modifications [11].

Ainsi, restreindre l'utilisation par autrui de sa propriété intellectuelle n'est pas considéré comme une démarche pertinente ni pour l'intérêt propre ni pour celui de la communauté ! Ici, le principe fondamental est d'ouvrir à tous l'accès aux fruits de ses recherches. Ceci ne signifie pas pour autant leur entrée dans le domaine public : des cadres juridiques nouveaux se forgent en effet. Nous les décrirons plus loin.

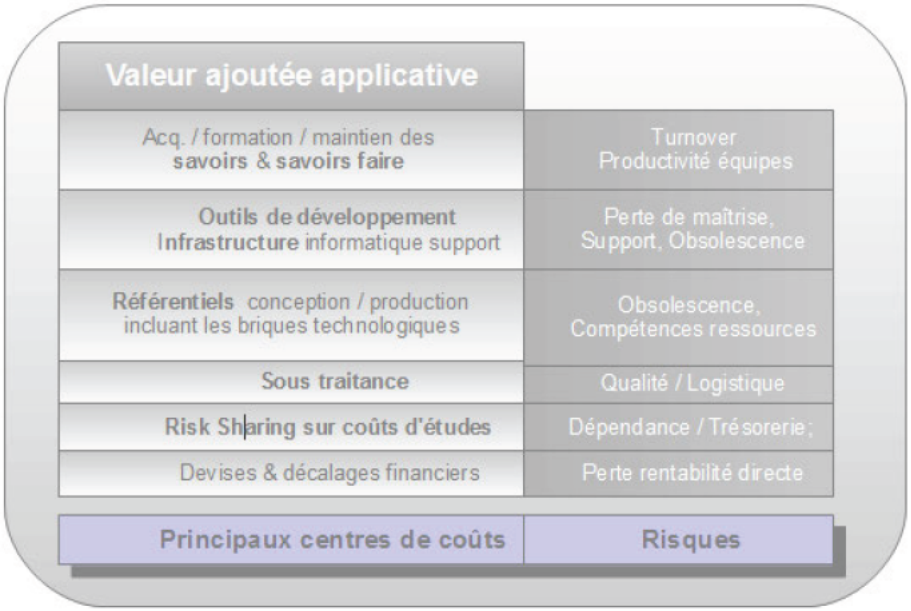
2. Contexte du domaine des systèmes critiques

Les contraintes de réalisation et d'exploitation des systèmes critiques sont aujourd'hui largement cascadées à la supply chain qui doit les assumer tout en restant compétitif. La compétitivité demandée passe par la réduction des prix des produits existants et une augmentation des fonctions et performances attendues à iso-prix pour les produits de nouvelle génération.

Copyright (C) 2012 : Tous droits réservés

> **Remarque :** Le corollaire est qu'un produit ayant des performances et fonctionnalités de même niveau que celui qui était proposé antérieurement devra être étudié et vendu à un prix moins cher.

Nous allons ci-après expliciter les centres de coûts spécifiques d'un système embarqué critique et étudier l'impact de ces contraintes dans le domaine étudié.


Valeur ajoutée applicative
Acq. / formation / maintien des savoirs & savoirs faire
Turnover Productivité équipes
Outils de développement Infrastructure informatique support
Perte de maîtrise, Support, Obsolescence
Référentiels conception / production incluant les briques technologiques
Obsolescence, Compétences ressources
Sous traitance
Qualité / Logistique
Risk Sharing sur coûts d'études
Dépendance / Trésorerie;
Devises & décalages financiers
Perte rentabilité directe
Principaux centres de coûts
Risques

Les centres de coûts à gauche représentent les charges indirectes induites par l'activité. Les critères de risque associés illustrent l'impact potentiel sur ces coûts. Nous allons les détailler.

> **Remarque :** Les autres charges indirectes ne sont pas mentionnées ici pour plus de lisibilité et parce qu'elles ne constituent pas des charges additionnelles spécifiques de ce secteur.

La zone supérieure représente la valeur ajoutée applicative que le client est prêt à payer pour un nouveau produit. Dans sa propre stratégie d'investissement, ce prix est la valeur des fonctions recherchées lui permettant de gagner en compétitivité sur ses propres marchés.

Nous allons voir ci-après que la part des postes de coûts augmente mécaniquement avec le développement de l'activité des organisations là où le potentiel d'achat du marché diminue à chaque prestation. Dans le modèle actuel, la variable d'ajustement évidente et largement pratiquée de cet effet ciseau est donc naturellement la zone supérieure. Elle a cependant pour conséquence directe de limiter les marges opérationnelles, d'augmenter les risques pris par les fournisseurs et de limiter toute créativité discriminante des solutions.

Regardons d'un peu plus près les postes de coûts avant d'aller plus loin.

Nous devons pour cela garder à l'esprit que les produits développés ont des cycles de vie initiaux d'au moins 15 à 20 ans. Ils peuvent être reconditionnés plusieurs fois pour attendre un cycle de vie complet

Copyright (C) 2012 : Tous droits réservés

d'un programme de 50 à 70 ans (depuis le début de la première conception jusqu'à la fin d'exploitation du dernier véhicule vendu). Le secteur d'activités est par ailleurs relativement complexe. Les équipes de développements doivent résoudre :

- la problématique opérationnelle demandée,
- le compromis nécessaire entre la sûreté de fonctionnement et la fiabilité des produits,
- leur tenue à un environnement physique très sévère (mécanique, climatique, électromagnétique, ….),
- une pérennité, une testabilité et une maintenabilité des composants et sous-ensembles pour limiter les coûts d'exploitation des solutions,
- un cadre normatif documentaire et organisationnel contraint.

Il est ainsi fondamental d'acquérir les **savoirs** par la formation et les **savoirs-faire** par l'expérience capitalisée indispensables pour être en mesure de répondre à une problématique donnée. Il est encore plus crucial de maintenir les ressources ayant ces compétences et l'antériorité des travaux sur les projets afin de répondre efficacement aux sollicitations des clients dans la durée. Ce poste de coût est stratégique car il impacte directement la productivité opérationnelle des équipes. Il est dépendant du turn-over annuel de celles-ci qui peut s'amplifier en fonction de la politique salariale menée et des activités proposées. Il augmente en fonction des compétences nécessaires pour répondre aux prestations des marchés ciblés (horizontalité des marchés), du nombre de ressources concernées et de la bonne gestion du ratio "coûts recrutement, formation, maintien" vs "gain productivité".

Les processus de développement, de fabrication et d'exploitation, les contraintes opérationnelles, technologiques et environnementales des solutions développées nécessitent des **outils de développement** supports puissants et spécifiques. Leur acquisition et leur maintien en conditions opérationnelles sur des cycles aussi longs constituent un poste de coût direct (prix d'acquisition et de maintenance) et indirect (surface réservée pour l'utilisation et le stockage) important. Ils nécessitent, pour être opérationnels, une **infrastructure** informatique adossée qui doit elle aussi rester opérationnelle dans la durée. Elle implique de ce fait des ressources humaines compétentes pour maintenir ce parc et être en mesure de rendre ces moyens de nouveau opérationnels en cas de besoin. Nous parlons ici des différents logiciels et matériels nécessaires mais aussi de leurs versions intermédiaires au risque de perdre des données et modifier les comportements et les performances applicatives des produits modifiés. La perte de maîtrise du parc, la perte de support technique disponible et l'augmentation des obsolescences sur les matériels utilisés comme au niveau de l'infrastructure sont autant de critères qui augmentent le risque. Ce poste de coûts augmente en fonction des compétences nécessaires pour exploiter et maintenir ce parc d'outils et l'infrastructure support, de la taille du parc et donc des marchés exploités, du nombre de ressources concernées et de la bonne gestion du ratio "coûts directs / indirects" vs "perte d'exploitation".

Le processus d'assurance développement des solutions proposées nécessite, en autres, la mise en place d'un **référentiel** documentaire conséquent (il n'est en effet pas rare d'avoir une trentaine de documents différents associés à la définition d'un système critique, en plus des plans de fabrication et des fichiers de programmation). Ce référentiel complet, pour une version donnée d'un produit, doit être maîtrisé et conservé. L'évolution du référentiel nécessite donc la maîtrise de l'évolution de chaque version des éléments le composant. Ce référentiel, appliqué sur l'ensemble des produits conçus doit donc être géré et maintenu par chaque organisation. Le risque est ici encore de perdre la définition des versions des produits en exploitation et de perdre ces données de définition stockées sous format papier, bandes et/ou disques durs. Ce poste de coûts est couplé au maintien des compétences pour gérer et modifier ces référentiels. Il augmente en fonction du nombre de produits conçus, exploités et maintenus, des évolutions de version qu'il a fallu réaliser et de la bonne gestion du ratio "coûts de stockage" vs "perte d'exploitation".

Copyright (C) 2012 : Tous droits réservés

Le poste de **sous-traitance**, tel qu'il est entendu actuellement (par opposition au partenariat proposé) nécessite une logistique adaptée de contractualisation et de suivi sans pour autant bénéficier en retour des savoirs et savoirs-faire. Le risque est ici d'augmenter la dépendance à une ressource unique (personne morale, personne physique) qui a le savoir et le savoir-faire sur un composant, un sous-ensemble ou sur un ensemble (moins fréquent). Le coût de dépendance, sur des spécialités où la complexité est forte peut être important. Une légère augmentation du pourcentage de sous-traitance peut financièrement dégrader fortement la performance économique. Il augmente en fonction du pourcentage de sous-traitance consenti et du nombre de contrats nécessaires pour assurer les prestations.

La notion de "risk sharing" (partage des risques), introduit sur les programmes aéronautiques récents, nécessite pour l'ensemble de la supply chain de participer à l'effort d'investissement sur les prestations réalisées. Cet effort est en général consenti sans analyse macro économique des plus petits acteurs (seul un engagement de commandes minimum sur un échéancier modulable est généralement étudié). Dans ce secteur à rythme long, cet effort d'avance de trésorerie peut être dramatique en cas de décalage des programmes, différant immédiatement l'amortissement financier prévisionnel. Ces impactent directement la capacité d'investissement des structures au profit d'un ou de quelques produits pour un client donné. Les immobilisations augmentent en fonction du nombre de produits concernés et du montant des investissements consentis sur ces produits.

En complément, les coûts non récurrents (**NRC** : Non Recurrent Costs) sont de moins en moins assumés seuls par les clients. Deux phénomènes apparaissent depuis quelque temps. Le premier est lié à la notion de développement modulaire ou les clients ne souhaitent plus payer le coût de développement des briques technologiques sous prétexte de leur caractère réutilisable. Le second est que les activités d'innovation sont de plus en plus séparées des activités d'ingénierie applicative. Les nouvelles solutions nécessaires pour répondre à une problématique applicative donnée doivent donc avoir été largement étudiées et donc financées par les équipes de R&D car elles sont de moins en moins financées par les projets industriels. Seules les parts d'adaptation et de personnalisation désirées sont financées. Là encore, cela nécessite pour les organisations d'anticiper et d'investir non plus sur un produit mais sur des compétences et des solutions modulaires qui deviennent les nouveaux standards des réponses aux besoins applicatifs. Le risque, la volatilité des résultats et le coût de ce poste sont ainsi extrêmement difficiles à gérer dans les conditions actuelles. Le limiter fait perdre toute compétitivité à moyen terme. L'ouvrir inconsidérément et sans stratégie fait baisser la performance à court terme et potentiellement de façon durable. Les plus petits et les plus fragiles d'entre nous sont de fait les plus exposés dans ce système.

Enfin, la **devise** et notamment le taux EURO/DOLLAR est un poste de coût très volatile dans un secteur où les charges se paient (sauf délocalisation) principalement en euro et où les ventes se négocient majoritairement en dollar sur le marché international. En fonction de la parité, la compétitivité des produits et des prestations sont très fluctuantes. Le risque peut augmenter en fonction de l'exposition de son activité et de sa couverture sur le taux négocié.

A la lumière de la présentation de ces critères et de leurs impacts, nous pouvons dire qu'une organisation seule sur le marché se retrouve vite exposée au niveau de sa compétitivité. Son expérience et ses produits, même s'ils ne sont accompagnés de volumes de vente annuels conséquents, sont des freins à son développement et peuvent l'amener à saturer sa profitabilité et mettre en péril sa survie. Un travail d'optimisation de ces postes retarde les effets mais ne les limitent pas, pénalisant de fait sa compétitivité dans un marché internationalisé.

Appliqué à toute la filière, le phénomène incite à une concentration traditionnelle des acteurs qui sclérose le marché. Il pousse alors à maintenir le modèle propriétaire pour tenter de conserver (artificiellement) ses marges par l'opacité volontaire de ses activités et de ses données vis-à-vis de ses

Copyright (C) 2012 : Tous droits réservés

clients, de ses fournisseurs voir de ses collaborateurs et de ses actionnaires.

Cela favorise l'apparition de grosses structures présentant une solidité financière apparente, des méthodes organisationnelles et des volumes de production. Ces structures sont cependant confrontées au même problème. Moins exposées financièrement, leur durée de vie prévisionnelle reste fragilisée face à la mondialisation des activités et de l'économie. Elles participent ainsi à accélérer une fuite en avant qui alimente à court terme la filière mais l’appauvrit sur le long terme.

Copyright (C) 2012 : Tous droits réservés

III. Vision prospective

1. Cause commune

L'élément fondamental de toute communauté auto organisée passe par l'adhésion de ses membres à une cause commune autour d'une vision prospective. Elle peut être représentée par un leader charismatique mais ce n'est pas une obligation si la cause elle-même est suffisamment forte pour fédérer ses membres. Dans ce cas, des animateurs aident à structurer l'action, à organiser les activités transverses et à épauler les membres dans leur implication et leur propre développement. Le mode de management est participatif et non plus dirigiste. Il est ainsi le garant d'une productivité optimale.

La cause que nous défendons est en accord avec ces principes. Elle permet potentiellement à tous, par la mutualisation des développements, de la production et de la maintenance de briques technologiques (sous ensembles plus ou moins complexes des systèmes critiques), la mise à disposition de ses compétences. Elle permet en retour, de bénéficier du soutien communautaire pour maturer les solutions, les faire évoluer et les pérenniser dans le contexte international. Bien évidemment, si aucun acteur économique majeur ne s'était positionné en faveur d'un tel modèle, l'initiative serait morte née. Ce n'est aujourd'hui pas le cas et des soutiens industriels forts sont affirmés. Relayés par des soutiens institutionnels et académiques, ils sont en mesure d'aider les animateurs dans leur démarche de structuration et de développement.

Les chapitres suivants vont présenter les principes de base et les activités nécessaires pour que ce modèle de partage soit bien compris et puisse motiver de nouveaux membres. Cela facilitera l'amorçage de sa mise en œuvre et le développement de communautés techniques reliées par une même volonté de préserver et faire vivre cette cause commune.

2. Les organisations

Les organisations, comme les Hommes, ont besoin, pour se développer, de reconnaissance et de visibilité.

Les activités open source d’une organisation sont comme la partie supérieure d’un édifice ou comme la tête de gondole d'un rayonnage en grande distribution. Elles constituent la partie la plus visible, le meilleur rapport qualité / prix des prestations offertes. À contrario, le centre de l'édifice préserve dans ses “coffres” ses discriminants à vocation non standard. Entre les deux, l'organisation va exploiter toute une offre de prestations basée sur des produits et des services qu'elle propose. Ces prestations découleront de ses discriminants et des éléments rendus visibles de sa tête de gondole.

Cette tête de gondole va ainsi permettre de :

- promouvoir ses travaux en rendant visibles et attractives ses solutions, son implication, ses compétences, ses prestations,
- standardiser et rendre interopérable ses propres solutions en permettant leur diffusion et leur exploitation rapide et massive dans de multiples secteurs,
- pérenniser ses solutions sur la plus grande durée en relation directe avec le besoin des utilisateurs,
- améliorer la maintenance de ses solutions par une meilleure qualité des prestations fournies (qualité technique par maturation rapide des solutions et présence d’une documentation claire à

Copyright (C) 2012 : Tous droits réservés

jour) et par la présence maintenue des experts des entités se revendiquant actives sur une solution donnée,
- baisser les coûts internes de ses infrastructures & les compétences non essentielles par la mutualisation.

À la marge des prestations mises en lumière stratégiquement de cette façon, on pourra retrouver toute la déclinaison actuelle des solutions commerciales proposées par une organisation. Nous remarquons que nous ne revendiquons pas ici une approche exclusive mais bien complémentaire à ce qui est largement proposé sur le marché.

Dans la granularité des prestations possibles, certaines mettront en œuvre :

- des solutions propriétaires qui resteront propriétaires,
- des solutions Open Hardware et propriétaires à destination de clients souhaitant conserver les résultats propriétaires,
- des solutions propriétaires dont tout ou partie des éléments constitutifs sera proposée en Open Hardware,
- des solutions élaborées en mode Open Hardware destinées à être maintenue comme tel.

Le positionnement d'une solution va ainsi répondre à une volonté stratégique de l'entité ou des partenaires qui la développent en tenant compte des enjeux et des conséquences de leur choix. De fait, ce modèle vient en complément des stratégies existantes et ouvre les marchés aux acteurs sachant saisir les nouvelles opportunités offertes.

Comme évoqué précédemment, les modèles industriels traditionnels, encore actuellement largement déployés dans le domaine des systèmes critiques, sclérosent les filières, étouffent leurs acteurs en les mettant en position de survie permanente plutôt qu'en les aidant à se développer.

Le modèle de partage *Open Source Hardware pour les systèmes Critiques* que nous présentons infléchit la situation en revalorisant l'ensemble de la chaîne d'acteurs qui est aussi l'ensemble de la chaîne de valeur. Il équilibre les rôles, les coûts et les intérêts économiques à long terme donnant ainsi une meilleure lisibilité et visibilité.

Le modèle Open Source confère un levier stratégique supplémentaire aux organisations, leur permettant de ne pas limiter leur développement à uniquement de la croissance externe mais bien à panacher leur jeu stratégique de différentiation leur amenant la reconnaissance et la visibilité attendues.

3. Contribuer, quel intérêt?

Les avantages techniques du système Linux et en général du Logiciel libre ne sont plus à démontrer. Ils représentent des données objectives, issues de l'expérience. Certains atouts appartiennent d'ores et déjà à l'OSHW.

Nous nous référons volontiers, dans ce chapitre, à une enquête réalisée dans le cadre d'une thèse soutenue à l'ESCP-EAP, qui portait sur le choix et sur l'utilisation à grande échelle de logiciels libres par plusieurs ministères de l'État français [12].

Copyright (C) 2012 : Tous droits réservés

Une méthode de développement collaboratif éprouvée

L'exemple le plus célèbre est la création et le perfectionnement du noyau *Linux*. Lancé en 1991 par Linus Torvalds, il a été développé par une communauté d'informaticiens dispersés dans le monde entier et ne faisant pas partie d'une même entreprise ou d'un organisme unique.

Profitant de ces acquis en matière de synchronisation des efforts, le CERN a fait le choix de l'OSHW en créant un site pour la coordination de projets, le Open Hardware Repository (OHR), dont la mascotte est ci-contre [13]. Il est ouvert à tous, à la seule condition que les recherches soient, d'une manière ou d'une autre, utiles à la Science. « Un des facteurs principaux qui ont menés à la création du OHR était le désir d'éviter le double-emploi par le partage, tout simplement, des résultats entre les équipes susceptibles de travailler simultanément à la solution d'un même problème » [14].

Les avantages ne concernent pas seulement l'organisation, ils sont aussi d'ordre moral : ce fonctionnement collaboratif est enthousiasmant et valorisant, tout en étant très exigeant. Publier ses labeurs dans une communauté d'initiés, qui partagent les mêmes motivations et intérêts, apporte tout autant la satisfaction d'échanges agréables, que celle d'une bonne compréhension et d'un encouragement mutuel. Le regard de ses pairs contribue en même temps à la reconnaissance du travail fourni qu'à l'émulation pour produire un ouvrage de qualité [15]. « Le fait de partager les efforts en matière de design avec d'autres personnes nous a forcés à être meilleurs dans bon nombre de domaines (…). Vous ne pouvez pas partager sans une phase de spécifications préliminaires soignée et une bonne documentation (…) non plus si vous avez conçu une solution monolithique plutôt qu'une modulaire, à partir de laquelle, vous-même comme les autres pourrez prendre des éléments pour d'autres projets » [16].

Pour entrer parmi les contributeurs d'une communauté *Open Source*, il faut la reconnaissance de ses pairs. D'aucuns parlent, à cet égard, de *méritocratie*. Toutefois, il y a au sein du groupe ainsi formé une certaine forme de démocratie. Celle-ci requiert, pour le bon déroulement du projet, un leadership spécifique. L'autorité est fondée sur la compétence en même temps que sur la capacité à inspirer les autres - sans enfreindre leur liberté de créer, facteur de motivation primordial ! Le leader doit aussi savoir valoriser le travail produit et remercier [17].

La réussite de la méthode collaborative, lorsqu'elle bien pilotée, réside dans l'enthousiasme créé au sein de la communauté, dans le foisonnement des idées et les échanges qui sont engendrés sur les blogs et les listes de diffusion.

Le brassage des cerveaux est, en outre, bien plus large que parmi une équipe d'ingénieurs R&D. On peut passer d'une quinzaine à plusieurs milliers d'avis ! De surcroît, des personnes aux profils les plus variés ont la possibilité de s'exprimer : les portes sont ouvertes aux propositions les plus novatrices [18].

Copyright (C) 2012 : Tous droits réservés

Réduction des coûts

De manière évidente, côté utilisateur, le fait d'équiper le parc informatique de logiciels libres induit des économies très importantes sur le coût des licences à verser annuellement aux éditeurs propriétaires. Cet avantage, associé aux autres facteurs de qualité présentés dans ce chapitre, a joué, à partir de 2001, un rôle primordial dans la décision en faveur du Libre de plusieurs ministères de l'État français [19]. De surcroît, du fait de la gratuité, un plus grand nombre d'ordinateurs ont été équipés, pour la grande satisfaction du personnel [20].

Dans l'électronique, il n'existe pas de système de redevance analogue et, dès lors, les choses se présentent différemment. Le libre accès aux plans et le mode de fonctionnement collaboratif jouent ici un rôle essentiel : ils permettent d'intégrer une quantité de participants incomparablement supérieure à celle d'une entreprise ! Ceux-ci sont motivés qui par son intérêt personnel, qui par les enjeux de son activité professionnelle, etc. Une grande partie des labeurs à fournir en matière de recherche et développement est, de la sorte, déportée vers cette communauté : le développement du micro-code, les tests, le travail de stabilisation via les correctifs, etc. L'effet sur les coûts est évident ! En outre, le foisonnement des idées ne manquera pas d'ajouter de précieux éléments au produit ! [21]

Par exemple, si un producteur de cartes graphiques décidait de diffuser ses prototypes en échange de tests, il est à supposer que des sociétés productrices de jeux vidéos s'y intéresseraient aussitôt. Elles demanderaient leur inscription sur les blogs ainsi que sur les listes de diffusion. Les passionnés des technologies les plus récentes, les esprits innovants et les hackers, etc. n'omettraient pas de rejoindre la communauté ainsi créée ! Les membres pourraient soumettre des "patches" sur les spécifications, les plans, les campagnes de tests et le code embarqué [22].

Il est à noter que les taxes imputées lors du dépôt des brevets sont également économisées, ainsi que le temps à passer, pour les employés, dans les procédures administratives.

La compression des dépenses liées à la production matérielle est, en revanche, un sujet plus complexe. Nous l'évoquerons brièvement dans le chapitre V.3.

Sécurité et robustesse

La robustesse du noyau Linux est un fait. Linus Torvalds l'explique ainsi : « Avec suffisamment d'yeux, les bugs sont minimisés », soit, plus méthodiquement : « Étant donné un ensemble de bêta-testeurs et de co-développeurs suffisamment grand, chaque problème sera rapidement isolé, et sa solution semblera évidente à quelqu’un ». Là encore, le principe de la méthode collaborative est hautement productif ! [23]

Il ne fait pas de doute qu'en électronique les mêmes causes auront les mêmes effets.

En matière de sécurité, l'approche du FLOSS, actuellement, consiste non à garder le secret sur l'algorithme de cryptage - si celui-ci est cassé il n'est pas même possible de le savoir ! -, mais à utiliser des clés numériques pour accéder aux données et aux équipements [24].

Copyright (C) 2012 : Tous droits réservés

Maintenance et qualité

« Basé sur le coopératif, le développement du code souligne la clarté de sa lecture censée être compréhensible par tous » [25]. La documentation est, par définition, disponible. De surcroît elle est, grâce à sa bonne présentation, plus rapide à étudier. En plus du gain de temps et d'argent, cet état des choses ne peut qu'être profitable pour l'efficacité des opérations de maintenance.

Rien n'empêche, par ailleurs, la mise en place d'un système de suivi des bugs mutualisé, un « bug tracker » commun, qui pourrait éventuellement être ouvert aux utilisateurs finaux [26].

Une adéquation optimale au cahier des charges est le gage de la qualité d'un appareillage. Dans le domaine du logiciel libre, l'accès au code source lui permet d'être « facilement paramétrable pour répondre exactement aux besoins (…) tandis qu'un logiciel propriétaire fournit une suite complète incluant parfois des modules non utiles » [27]. Il est fort probable que la méthode de développement collaboratif puisse faire évoluer la technologie hardware vers plus de modularité et davantage de possibilités de réglage - ce dont nous parlerons plus loin - : les équipements pourraient être, de la sorte, configurés pour épouser aux mieux les caractéristiques requises.

Pérennité et interopérabilité

Le principe du libre échange des logiciels a, entre autres, des conséquences positives sur la durée de vie du stockage des données. Les caractéristiques des formats de données ne sont, en effet, pas secrètes, il n'y a donc aucun obstacle pour écrire des programmes capables de les lire. L'accès aux documents numériques est dès lors assuré dans la durée. Le logiciel libre et les standards ouverts garantissent ainsi à une société la maîtrise de ses archives ! [28]

Il y va de même pour les spécifications techniques en général. Celles-ci sont accessibles, de surcroît, dans une forme claire et documentée, ainsi que nous l'avons souligné plus haut. La méthode de développement collaboratif l'exige en effet. Il n'est besoin que de comprendre, de coder et de tester l'interface avec l'équipement en question.

Ces facteurs permettent l'interopérabilité entre les applications et les systèmes, tant parmi les services d'un même organisme qu'entre des groupes différents.

Il est à noter, en outre, que la dépendance envers un fournisseur, propriétaire du format des données ou du code source, est levée. Au contraire, les technologies de l'information et des télécommunications sont mutualisées jusqu'aux niveaux les plus hauts (couche logicielle).

Pour les Ministères français qui ont fait le choix de l'*Open Source*, ces atouts, très appréciés dans la pratique, sont devenus un enjeu stratégique dans la gouvernance des systèmes d'information [29]. Dans le cas de celui de la Défense, ils ont été, d'emblée, en 2004, un critère primordial en faveur de la migration vers le Libre [30].

Ces considérations nous paraissent valables, de manière analogue, pour le hardware.

L'évolutivité : dynamisme et maîtrise

Du fait de la disponibilité des codes source, les DSI gardent la possibilité de reprendre à leur compte la maintenance des applications (en la confiant à des services internes ou à des prestataires compétents) sans être soumis au bon vouloir des éditeurs. Ils peuvent dans tous les cas choisir ou pas d'appliquer les mises à jour proposées et gardent la maîtrise de la fréquence et de la teneur de ces mises à jour.

Copyright (C) 2012 : Tous droits réservés

En outre, l'interopérabilité est « vecteur d'innovation » et permet de « cadencer la modernisation » dès lors qu'elle implique l'engagement d'un plus grand nombre de personnes [31]. En effet, « les logiciels libres (…) disposent d'une évolutivité bien plus importante compte tenu de la communauté d'utilisateurs active alimentant les propositions d'évolution » [32].

4. La fidélisation mutuelle

Le monde économique dans lequel nous évoluons est volatile. Les clients, aujourd'hui habitués à "zapper" sont susceptibles de changer de fournisseurs plus facilement qu'il y a quelques années et la situation a tendance à s'accentuer. Les prix bas et la promesse de réalisation des prestations dans un délai moindre attirent certains acheteurs de façon irrationnelle et court terme (par manque de réflexion sur le coût global à achèvement) et met à mal la filière qui prend trop souvent des risques mal maîtrisés pour gagner des parts de marché ponctuelles, subit et au final s'appauvrit.

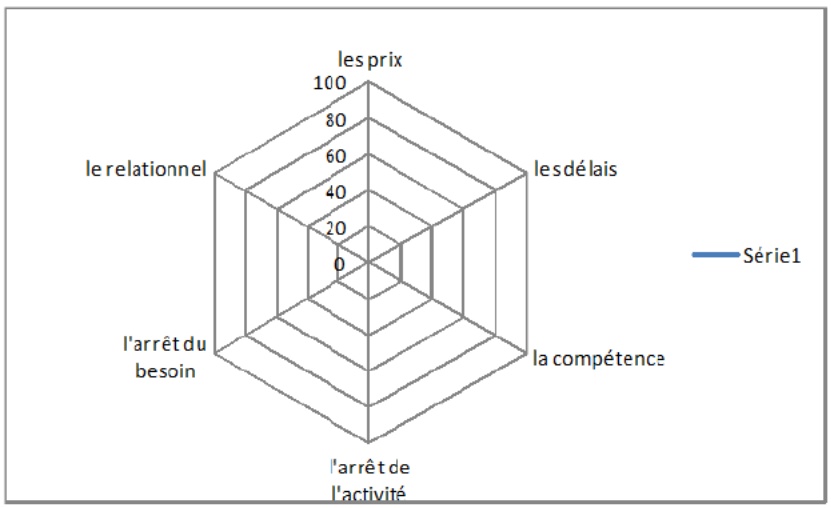
> Nous parlons ici de "prestation" pour représenter à la fois un "produit" ou un "service" proposé par un fournisseur à son client.

L'objet de ce chapitre est de montrer que le modèle de partage étudié incite naturellement à la fidélisation mutuelle de ses membres. Pour cela, nous allons revenir sur certains critères fondamentaux. Intégrés au sein des structures et mis en œuvre au quotidien dans les services, ils favorisent la fidélisation et limitent la volatilité.

Ces critères sont :

- les prix,
- les délais,
- la compétence,
- l'arrêt de l'activité,
- l'arrêt du besoin,
- le relationnel,
- la qualité.

Nous allons détailler ces critères ci-après en les appliquant à notre modèle. À ce titre, Il peut être intéressant de créer un indicateur de type radar sur lequel une analyse concurrentielle aura été menée et une surveillance de son positionnement et de son évolution seront régulièrement tracées.



Copyright (C) 2012 : Tous droits réservés

Le **critère de prix** est un des éléments fondamentaux. En effet, il est évident qu'un prix élevé n'est pas un critère favorable de fidélisation à lui seul. Sauf exception, une prestation chère ne sera retenue que si les autres critères de fidélisation surperforment le marché. Dès que cette surperformance diminuera, la volatilité s'exercera. Dans notre cas, la visibilité des éléments techniques et des usages limitent la tendance à surévaluer une prestation de façon durable. Nous verrons par la suite que bien que cette limitation puisse être un point négatif pour un fournisseur, c'est au contraire un gage de pérennité de son activité, lorsque qu'il est cumulé avec les autres critères. Pour les clients, c'est un gage de maîtrise des coûts, de meilleure anticipation des tendances, notamment lorsqu'il se couple avec le critère d'arrêt du besoin (voir ci-après).

Le **critère des délais** est similaire au précédent au niveau de son impact sur la fidélisation. Une dégradation persistance de ce critère va accélérer la volatilité et pénaliser le critère "relationnel" avec lequel il est couplé. Limitant la capacité d'anticipation, pénalisant financièrement par les retards d'exploitation qu'il occasionne, c'est un accélérateur fort de changement. Si nous occultons le caractère exceptionnel d'un retard sur une prestation, un retard systématique indique un manque de maîtrise technique (compétences limitées), un manque de maîtrise de ses fournisseurs et une gestion d'affaires trop ambitieuse et/ou trop laxiste. Pour une organisation appliquant notre modèle, la maîtrise des éléments techniques manipulés, la présence d'experts dans les communautés et la connaissance des spécialistes parmi les membres limitent considérablement les premières causes de risque. Avec moins de changements et de risques à gérer, chaque fournisseur est en mesure de déceler et de gérer plus efficacement ses délais.

Le **critère de compétence** est couplé aux critères "délais" et aux "coûts" de réalisation, donc au final à la marge opérationnelle. Plus large que le critère de "qualité" de la prestation qu'il englobe, il intègre ici également la notion de productivité, d'autonomie et de capacité à mettre en adéquation la solution proposée aux besoins exprimés. Nous reviendrons sur cette notion par la suite, "*avoir travaillé une fois sur une technologie ou dans le cadre d'un programme ne fait pas d'une ressource ou d'une organisation un spécialiste*". Le modèle proposé, par la ré-allocation des rôles de chacun et le partage des savoirs et savoirs-faire, permet de mieux maîtriser ses propres compétences et de travailler plus efficacement avec les spécialistes technologiques reconnus pour fournir les prestations attendues.

Le **critère d'arrêt de l'activité** est un critère évident de perte de fidélité. Il correspond à la volonté d'une organisation (pas du client) de cesser l'activité pour laquelle elle était identifiée. Dans ce cas naturellement, les clients se reporteront sur les autres acteurs identifiés du domaine. Cependant, lorsque l'organisation est membre reconnu et participe à la cause commune, une bonne image gagnée dans une communauté reste acquise dans une autre. Un à priori favorable sera donc réservé à un tel membre se repositionnant dans une nouvelle activité (par sa capacité prévisionnelle à contribuer activement aux développements engagés) favorisant ainsi sa pénétration de marché. La force du réseau et sa visibilité à l'intérieur de celui-ci jouent ici à plein là où des efforts plus conséquents seraient nécessaires par ailleurs.

Le **critère d'arrêt du besoin** est également un critère évident de perte de fidélité. Il est ici dû à la réduction puis à l'annulation des besoins du marché sur un périmètre ou un segment donné. Traditionnellement, une organisation, généralement à couverture locale, va voir son business s'arrêter plus ou moins rapidement par manque de contrats de ses clients historiques. Les coûts de prospection étant trop importants vis-à-vis du chiffre d'affaires futur espéré, l'impact de l'arrêt du besoin est aléatoire en pratique et peut s'avérer coûteux pour l'organisation concernée. Le modèle proposé permet, à travers les discussions générées et entretenues par le réseau d'utilisateurs finaux, de producteurs et de concepteurs, de mieux anticiper les tendances et saisir les dernières opportunités offertes par le marché. Ces opportunités de niches seront locales mais aussi exportables à l'international du fait de la raréfaction des compétences sur un marché moins porteur. Un dirigeant aura donc la maîtrise d'exploiter et de maintenir plus durablement ces compétences, finaliser l'amortissement de ses

Copyright (C) 2012 : Tous droits réservés

investissements, contractualiser ses prestations à des prix plus élevés et avoir du temps pour réorienter ses activités et ses équipes.

Le **critère relationnel** est un critère transverse et subjectif qui n'est pas moins fondamental dans les offres où la part des activités de services s'accroît et où la complexité technique ne permet plus de résoudre seul l'ensemble des problèmes posés. Autant ce critère ne permet plus à lui seul de remporter les contrats, autant il peut largement participer à rattraper une offre de prestation moyenne, à résoudre sans heurts des conflits naissants, à trouver des solutions de recouvrement et plus généralement à la sérénité de la collaboration. Il faut bien comprendre qu'un échec dans une prestation impacte autant le fournisseur que son client qui ne bénéficie pas in fine de la solution à son problème. Le modèle proposé tisse naturellement des liens entre clients/fournisseurs, experts/novices. La visibilité relationnelle offerte à tous les membres à travers l'activité collaborative est une réelle opportunité offerte de mieux se connaître et de préparer les futures relations d'affaires et ainsi diminuer mutuellement considérablement les risques.

Le **critère qualité** est un critère également fondamental d'autant plus dans des secteurs où la sécurité humaine est en jeu. La qualité est souvent un aspect "non négociable" dans la relation client pour les secteurs industriels à forte valeur ajoutée. Il est couplé au critère "compétences" et suit les mêmes effets que le critère "délais" au détail près qu'il peut être un point bloquant en cas de non tenue et de ce fait un facteur d'exclusion rapide du marché.

5. Les Hommes et les compétences nécessaires

Ce modèle, outre la performance économique qu'il suscite, replace et valorise les Hommes dans leur rôle au sein des entreprises.

En effet, les organisations dans l'industrie des systèmes critiques sont encore très verticales et hiérarchiques. Hors, la génération Y puis maintenant la génération C (« **communiquer, collaborer et créer** ») viennent bouleverser la donne en prônant une hiérarchisation différente dans les transmetteurs de valeurs. Nativement imprégnés d'un changement permanent et rapide de leur environnement, ils demandent la même agilité et réactivité à l'entreprise dans laquelle ils évoluent. Ils ne cherchent pas à trouver seuls la solution à un problème ou à adapter en profondeur un composant à leurs besoins. Ils zappent pour trouver la meilleure réponse et vont chercher l'information au cœur des communautés et des réseaux sociaux. Ainsi, les pairs deviennent plus importants et respectés que la hiérarchie, surtout si cette dernière n'est pas capable de nourrir ces besoins et de valoriser la performance. Une part non négligeable de leur temps est ainsi passée à pénétrer, entretenir et étendre leurs réseaux car ils deviennent un garant de leur performance, de leur crédibilité, de leur visibilité et donc de leur valeur ajoutée et de leur employabilité dans les filières.

Ce constat s'applique à toutes les couches de l'entreprise et l'application du modèle économique donne l'opportunité à chacun de valoriser individuellement la plus value qu'il apporte.

- Les **développeurs** ont pour rôle de définir et de mettre en œuvre des solutions opérationnelles dans leur domaine de spécialité. Leur positionnement au sein des réseaux les crédibilise dans leur pertinence technique à travers la visibilité de la performance des solutions dont ils sont à l'origine ou dont ils participent et la qualité des réponses qu'ils apportent dans les forums de discussion. La reconnaissance locale peut ainsi devenir nationale et internationale car les vecteurs de communication sont matures pour participer à cette diffusion massive et rapide des informations. L'entreprise aura à cette occasion non pas un œil de senseur mais de modérateur en relation avec la propriété intellectuelle et sa stratégie.
- Les **personnels de production, comme les personnels administratifs**, impliqués et responsabilisés par la mise en place des pratiques LEAN dans l'entreprise, voient leurs actions et

Copyright (C) 2012 : Tous droits réservés

leur savoir-faire valorisés plus directement. Au-delà des documents de fabrication partagés, c'est bien ce savoir-faire technique individuel et l'optimisation collective de la valeur ajoutée dans la chaîne de flux qui donne toute sa compétitivité à l'entreprise.

- Les **managers** ont pour rôle de coordonner les équipes et garantir la compétitivité opérationnelle de l'entreprise. À ce titre, ils sont les garants de la maîtrise des savoirs, des savoirs-faire et de la fédération des savoirs être. Visibles par définition dans leur écosystème, c'est par les succès dans la mise en œuvre et le déploiement de ces valeurs dans les missions dont ils ont la charge, qu'ils sont reconnus au sein de leur hiérarchie et de leurs réseaux.
- Les **commerciaux** ont pour rôle de valoriser les compétences, les produits et les services de l'entreprise par l'intermédiaire des commandes de clients. La stratégie de l'entreprise, le positionnement de l'offre dans la compétition internationale, les facteurs clefs de succès et les atouts du modèle économique Open hardware sont à maîtriser absolument pour être en mesure de générer le business attendu sur les marchés accessibles identifiés. Là encore, les mutations actuelles s'appliquent et rendent visibles la performance individuelle au sein des équipes. Celui qui sait nourrir, entretenir et valoriser sa veille stratégique et concurrentielle aura un avantage évident dans la négociation des contrats et la performance atteinte. Celui qui sait partager les informations économiques de son secteur avec son réseau tout en respectant la politique de Propriété intellectuelle et les intérêts de l'organisation qu'il représente sera reconnu et valorisé par ses pairs.
- Les **dirigeants** ont, outre la bonne gestion des activités des organisations dont ils ont la charge, un devoir de vision stratégique nécessaire pour valoriser et pérenniser celles-ci. Le contexte des systèmes critiques avait historiquement un cycle de mutation entre 5 à 10 ans. Aujourd'hui, il est de 18 à 36 mois. Ces nouveaux cycles temporels apportent la durée adéquate pour opérer les changements et observer les résultats opérationnels et économiques produits. Cela crédibilise et rend ainsi visible leurs choix et leurs performances dans la durée d'un cycle économique raccourci.

On voit bien,ici, qu'au travers de la mutation de chacune des fonctions, de la réactivité accrue nécessaire et des fonctionnements sociologiques différents, le lien entre chacun des acteurs doit être renforcé et oriente les organisations vers un autre mode de management. Ceci laisse donc entrevoir le rôle primordial que doit jouer la fonction RH pour catalyser ce changement. La recherche de profils différents : créatifs sachant interagir et s'adapter aux mutations d'origines diverses sont les talents à intégrer dans les entreprises souhaitant se démarquer sur les marchés.

Le modèle économique proposé est ainsi en phase avec les besoins de reconnaissance et de changement maîtrisés exprimés par les Hommes et les marchés. Il répond aux attentes et participe à la valorisation de leurs actions de développement.

Copyright (C) 2012 : Tous droits réservés

Copyright (C) 2012 : Tous droits réservés

IV. Réflexions et règles de bonnes pratiques

1. Introspection et rôle des acteurs

Le modèle requiert des partenaires intéressés par la démarche, un travail préliminaire d'introspection sur la stratégie globale et son positionnement dans ses domaines d'affaires et ses secteurs d'activités. En effet, nous avons de plus en plus d'organisations qui capitalisent des expériences souvent peu nombreuses voir uniques et les hissent au rang de compétences acquises. Il faut savoir que dans le domaine des systèmes critiques où l'électronique, l'informatique et les référentiels normatifs font évoluer considérablement les pratiques et performances, une compétence est maintenue que lorsqu'elle est mise en pratique au quotidien. Ainsi, comme déjà évoqué, "*avoir eu une expérience réussie dans le cadre d'un programme, au sein d'une application utilisant une ou plusieurs technologies ne fait pas d'une ressource ou d'une organisation un spécialiste du domaine*", au maximum un généraliste. Le maintien des compétences, le maintien en condition opérationnelle des données stockées et des outils de développement ont de plus un coût global pouvant devenir très important. Le facteur de compétitivité et de marge opérationnelle demandés par tout actionnaire laisse de moins en moins de place à de telles dépenses, à l'approximation et la prise de risque dans les décisions des comités opérationnels. La rentabilité attendue aurait donc tendance à limiter les décisions aux projets faisant appel aux compétences et opérations les plus exploitées. Une telle démarche, bien que séduisante à court terme, produit des effets néfastes à moyen terme. En effet, elle réduit rapidement les domaines d'intervention techniques et économiques, incite principalement à utiliser la carte unique de la croissance externe pour reconquérir des parts de marchés ce qui crée des à coups de rentabilité et ne motive pas les salariés.

Pour éviter de tomber dans ce piège, le travail d'introspection des acteurs va d'abord permettre de prendre du recul sur son positionnement, ses atouts et donc son rôle dans la filière. En effet, le rôle de toute organisation impliquée dans un contexte opérationnel peut être de type :

- **concepteur** (qui détermine une solution pour résoudre un problème donné),
- **producteur** (qui dispose de capacité d'industrialisation et de production pour fabriquer en série la solution développée),
- **utilisateur** (qui exploite la solution industrialisée car elle apporte une valeur ajoutée dans sa propre activité).

En parallèle, l'architecture actuelle des produits évolue considérablement pour laisser place à une optimisation de la réutilisation de ses composants constitutifs. En cela, trois niveaux hiérarchiques sont nécessaires pour proposer des produits qui rendent des services à un client.

Les trois niveaux sont :

- le niveau des **composants sous ensembles** réalisant une fonctionnalité. Il est composé de briques technologiques,
- le niveau **plate-forme** matérielle intégrée agrégeant des briques technologiques pour former un ensemble cohérent de fonctionnalités et de performances et permettant d'héberger des applications dans un contexte opérationnel donné,
- le niveau **applicatif** permettant de tirer parti de la performance technologique et fonctionnelle de la plate-forme pour fournir les solutions et services répondant aux besoins d'un marché considéré.

Copyright (C) 2012 : Tous droits réservés

Cette déclinaison fractale est valable quelle que soit la taille et la complexité du système étudié et permet ainsi d'assurer une cohérence au sein de la chaîne de valeur industrielle.

Un tel modèle nécessite donc de la part de chacun une ré-évaluation de son potentiel et de ses marchés accessibles. Cette introspection passe donc par une nouvelle segmentation de ses marchés, une analyse de ses compétences et de ses capacités en relation avec ses partenaires et concurrents et enfin une proposition de repositionnement stratégique incluant l'affectation d'un rôle et d'un niveau pour chaque organisation opérationnelle. Il va de soit que suivant la taille et la capacité des entreprises, une structure peut avoir plusieurs rôles et intervenir sur plusieurs niveaux. Les exigences de contribution pour être crédibles et visibles dans une communauté et un marché nécessitent néanmoins un positionnement clair des organisations pour optimiser leurs retours sur investissements. Un foisonnement dans l'implication et un flou dans la stratégie seraient immédiatement perçus négativement par les partenaires et utilisateurs.

2. Livrables

La politique de développement des systèmes critiques industriels que nous proposons est basée sur la mutualisation des composants. Cette mutualisation ne signifie pas l'obligation de céder ses droits de Propriété Intellectuelle et de tout donner gratuitement à la communauté et par la même occasion à ses concurrents. De ce fait, il est essentiel dans le contexte étudié ici d'identifier les éléments livrables nécessaires au respect de la politique de licence et ceux faisant partie du savoir-faire et des discriminants des organisations.

Le développement des composants des systèmes critiques est entouré du respect de standards d'assurance conception. Suivant le contexte, ces standards sont associés aux processus de développement et aux produits. La catégorie de produits impactés est pour l'instant limité à des COTS potentiels, donc de niveau DAL D ou C suivants les standards aéronautiques (DO-178 et DO-254) ou SIL 1 à SIL2 pour les autres domaines de l'industrie.

Les communautés Open Source actuelles qui valorisent des composants limitent trop souvent leurs livrables à des fichiers sources et à des exemples d'utilisation. Le domaine des systèmes critiques nécessite plus de données d'entrées pour que ces composants puissent être utilisables.

Par exemple,

- le dossier technique du composant (avec les éléments de preuve de la définition et des performances dans un contexte maîtrisé),
- la gestion de la configuration (au-delà de la simple gestion de version),
- la traçabilité des fonctionnalités et contraintes couvertes,
- les programmes et domaines d'utilisation,
- les retours d'expériences,

sont autant d'éléments nécessaires pour être en mesure d'utiliser ces composants.

Par opposition, un composant dont on ne connaît pas ces informations va nécessiter de la part des équipes techniques intéressées la reconstruction du référentiel minimum indispensable à son exploitation. De ce fait, le coût de développement est constitué :

- du coût de compréhension du composant dans l'état,
- du coût de reconstruction de la part non couverte du référentiel minimum,
- du coût d'évolution du composant pour l'amener au niveau souhaité,
- puis des coûts directs de mise en œuvre et d'intégration.

Copyright (C) 2012 : Tous droits réservés

Nous comprenons immédiatement le frein des équipes pour utiliser de tels composants non packagés par rapport à la justification de concevoir un nouveau composant sur la base du savoir-faire.

Il est donc nécessaire pour chacun de proposer aux communautés concernées plus d'informations sur les composants sans pénaliser son positionnement vis-à-vis de ses compétiteurs.

Le nouveau postulat consiste à considérer que pour tous les composants standards et non discriminants pour une communauté, **la plus value apportée par ses membres se situe plus dans la maîtrise, l'efficacité et l'efficience de développement et de production du composant que sur l'état d'une version donnée.** En effet, la valeur ajoutée d'un composant à un instant donné est moins importante que les compétences qu'il a fallu maîtriser pour le concevoir, le produire et le faire évoluer. Le volume d'affaires espéré et la pérennisation de ses activités passe alors plus par la valorisation de ses capacités à "travailler" un composant (ou un ensemble de composants ou une plate-forme d'intégration) par des offres centrées sur ses compétences, en plus d'une exploitation directe, que par l'exploitation unique de son état courant.

La propriété intellectuelle n'est bien entendue pas affectée par le choix de publier ou non certaines données. La politique de licences pratiquée dépend par contre de la stratégie adoptée sur le composant lui-même.

Si, de plus, cet effort est mutualisé au sein de la communauté, l'effort d'investissement individuel pour acquérir et maîtriser ces compétences et moyens industriels se réduit. Plus l'implication d'une organisation se fera tôt dans une communauté, plus l'apprentissage se fera en douceur. Il ne nuira pas mais accompagnera une activité économique en progression. Au contraire, plus il arrivera tard, plus la masse de connaissance à appréhender sera importante et pénalisera toute ambition de positionnement et de retour économique rapides.

Le partitionnement des livrables peut alors, pour chaque composant, être le suivant :

- Livrables publics :
  - le dossier de spécification fonctionnelle ;
  - la fiche produit (datasheet) ;
  - le modèle comportemental et temporel ;
  - les plans de production (pour les composants matériels) ;
  - les codes sources et binaires (pour les logiciels) ;
  - les codes sources et synthétisés (pour les composants électroniques programmes) ;
  - les schémas d'implantation des composants (pour les cartes électroniques) ;
  - la nomenclature du composant (si applicable) ;
  - les procédures générales de vérification et de validation associées aux contextes considérés ;
  - la présentation des performances fonctionnelles et environnementales ;
  - les limitations opérationnelles connues ;
  - le manuel d'utilisation ;
  - les exemples de mise en œuvre ;
  - la liste des secteurs et programmes industriels dans lesquels le composant est exploité ;
  - les gestions de configuration ;
  - la traçabilité entre les exigences présentées, la justification de la prise en compte opérationnelle et les éléments de preuve de la performance.

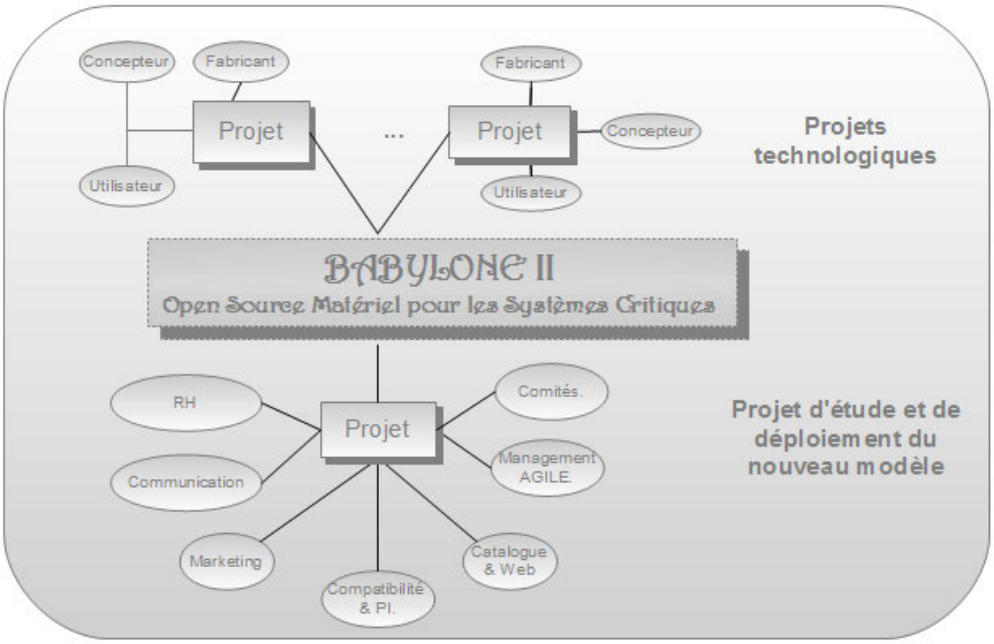
- Livrables privés :
  - les plans détaillant la stratégie opérationnelle et le processus de développement du composant en relation avec les contextes d'utilisation ;

Copyright (C) 2012 : Tous droits réservés

- les modèles de simulations environnementales ;
- le dossier de justification de la définition intégrant :
  - le rapport de veille technologique et d'analyse d'antériorité des solutions,
  - la description détaillée du fonctionnement et de la mise en œuvre des blocs matériels et les algorithmes des éléments programmables,
  - la synthèse des solutions explorées,
  - les rapports complets de simulation,
  - la synthèse des difficultés rencontrées et la justification du choix de la solution ;
- le dossier complémentaire de vérification et de validation intégrant :
  - les procédures détaillées de tests,
  - les procédures détaillées de simulations,
  - les "test benches" (pour les composants électroniques programmables),
  - les procédures et programmes de test automatisées,
  - les procédures et résultats d'essais de robustesse et d'endurance et d'essais combinés de type Halt/Hass,
  - les comptes rendus des revues de pairs et les rapports argumentés d'analyses ;
- la vision stratégique des éléments à faire évoluer pour les prochaines versions avec la justification des choix ;
- le business plan de la solution et de ses variantes ;
- le savoir-faire qui a permis d'atteindre les performances.

3. Projets communautaires

La faisabilité de la solution et l'intérêt qu'elle suscite ayant été validés dans le cadre du projet BABYLONE, il est nécessaire de former et organiser les communautés pour faire émerger une offre de briques technologiques et de services compatibles, matière première de toute action de développement. La mise en œuvre du modèle passe donc par la structuration de l'écosystème préparant ainsi l'ancrage régional et le développement international de la filière.



Pour cela, plusieurs solutions nous sont offertes. La première consiste à créer un nouveau consortium global composé de partenaires dont la sélection serait assujettie aux typologies de briques et au contenu

Copyright (C) 2012 : Tous droits réservés

de celles-ci. Une brève estimation montre que le nombre de partenaires souhaitables pour assurer la taille critique de la bibliothèque de briques et sa crédibilité serait très important (supérieure à 50). Un tel consortium serait très difficile à motiver et à piloter dans la durée au sein d'un projet unique.

Une autre solution plus souple et plus en phase avec l'esprit du modèle est de constituer une communauté de communautés oeuvrant au développement de "*l'Open Source Matériel pour les systèmes critiques*" (cause commune) à laquelle des communautés et leurs contributeurs adhèrent.

À partir de cette hypothèse, il est tout à fait envisageable de constituer des **projets de développement technologiques** spécifiques, de taille réduite et de durée maîtrisée regroupant au moins un concepteur, un producteur et un utilisateur final engagés ensemble à développer et exploiter durablement leurs composants en adéquation avec nos critères de "*l'Open Source Matériel pour les systèmes critiques*".

Dans cette catégorie de projets technologiques, les aspects "architecture" des systèmes modulaires embarqués et la notion de validation formelle des briques à l'intérieur de ces structures sont un point fondamental des développements des systèmes complexes de nouvelle génération. Les travaux encourageants menés dans le cadre du projet BABYLONE doivent être poursuivis pour permettre aux équipes techniques de justifier des performances des systèmes qu'ils conçoivent en limitant les coûts et les délais de développement (par une réduction du besoin de tests physiques et une preuve étendue de couverture de conformité). Ainsi, des modèles banalisés comportementaux et temporels d'architecture et de briques pourront, par des transformations de modèles adaptés, être instanciés en fonction des cibles matérielles choisies. Les résultats actuels méritent d'être encore affinés, formalisés et automatisés pour être pleinement exploitables. Les acteurs de l'industrie collaborative Open Source POLARSYS pourraient notamment être intéressés pour participer à la poursuite des travaux d'innovation encore nécessaires sur ce point amenant les outils d'ingénierie supports à maturation pour être exploités industriellement.

En parallèle de ces projets, un **projet transverse d'étude et de déploiement du nouveau modèle de management** est nécessaire pour structurer l'action de façon innovante et animer de manière agile ces projets techniques.

Ce projet, à travers les partenaires et les communautés de membres qu'il doit agréger, a pour enjeux :

- de mieux gérer la propriété intellectuelle des acteurs contribuant au développement de l'*Open Source Matériel des Systèmes Critiques*,
- de définir les profils et compétences nécessaires à l'amorce et au développement du modèle et des organisations,
- la mise en place d'une structure d'animation et d'une structure d'exploitation et de maintenance de la communauté de communautés,
- la mise en place des règles et charte éthique, audits et sanctions,
- la mise en place de la politique de licences et des compatibilités minimum attendues,
- un site Web commun de valorisation de l'activité et d'hébergement sécurisé de la bibliothèque de briques technologiques,
- la mise en place d'une politique marketing innovante adaptée aux concepts et composants manipulés et en relation avec les marchés ciblés,
- la valorisation de cet écosystème émergent à l'échelle européenne puis mondiale.

Ce projet a également pour objectif de mettre en œuvre et de déployer de façon pratique :

- un référentiel de travail collaboratif unifié sur la base d'outils logiciels open source,
- un premier catalogue de briques utilisant des techniques de type NoSQL (pour gérer les données en tenant compte des problématiques de cohérence, disponibilité et de résistance au

Copyright (C) 2012 : Tous droits réservés

morcellement),
- la définition des licences compatibles retenues (matérielles, logicielles, FPGA, ...),
- les formats types d'accords juridiques de consortium, de propriété intellectuelle et d'accords d'exploitation commerciale entre les parties impliquées considérant les différentes situations,
- la mise à disposition de formats types de documents livrables,
- la dissémination mutualisée et non spécifique des activités des projets techniques.

Dans ce cadre, les projets techniques peuvent se concentrer sur les innovations technologiques mutualisées avec des perspectives de premières exploitations commerciales garanties par la présence d'au moins un utilisateur final impliqué dans le consortium. Chaque projet donne lieu à la constitution d'une communauté de spécialité fédérant les activités du groupe dans un mode auto-organisationnel. Accompagnés et déchargés par le projet transverse, ces consortiums peuvent concentrer leurs efforts et leurs capacités sur le développement et la maturation de leurs briques technologiques et sur la mise en place de leur communauté.

Cette assistance :

- accélère le positionnement stratégique des partenaires des projets techniques,
- favorise l'émergence de la communauté associée,
- consolide la protection juridique de leurs contributions,
- garantit l'interopérabilité des composants qu'ils développent,
- améliore leur visibilité,
- favorise leur "time to market" en minimisant leur effort individuel.

Une **action collective** peut utilement être proposée aux acteurs potentiels pour les sensibiliser au modèle de partage et accompagner l'amorce des changements.

Les faibles montants d'investissement pour participer au développement d'une brique sont également propices à l'adhésion, l'implication ou tout simplement le souhait d'expérimenter ce modèle par toute la chaîne d'acteurs.

Les partenaires institutionnels et les investisseurs ont également plus de liberté pour sélectionner les consortiums les plus innovants et matures sans avoir à pénaliser le déploiement du modèle et l'ensemble des acteurs concernés par l'alternative proposée.

Un tel montage limite, dans la phase d'amorçage, le *paradoxe du pingouin* (ou personne ne veut se lancer ou financer) et permet au contraire une maturation douce individuelle et une maturation collective exponentielle.

La condition de succès des projets techniques proposés doit permettre d'assurer la pérennité de nos investissements en partageant les standards exploités par tous et en cultivant nos différences.

4. Pratiques communautaires

Copyright (C) 2012 : Tous droits réservés

Développement des communautés

Afin de partager les ressources de développement et d'augmenter leur visibilité, les projets open sources logiciels se regroupent dans des communautés dont la gouvernance précise les modes de fonctionnement et les ambitions. Les exemples les plus célèbres de telles communautés sont la **Linux foundation** (http://www.linuxfoundation.org/), la fondation **Apache** (www.apache.org) et la fondation **Eclipse** (www.eclipse.org). Elles diffèrent en termes de mode d'adhésion (individuel / entreprise), d'ambition technique et de règles de fonctionnement. En vue d'établir une telle communauté dans le domaine du matériel, il semble intéressant d'étudier leurs modes de fonctionnement.

LINAGORA ayant participé à la mise en œuvre de la communauté OW2, nous allons en détailler les modes de fonctionnement.

OW2 est une communauté open-source dédiée aux technologies de middleware. Issue du rapprochement entre le consortium **ObjectWeb** fondé par l'INRIA, BULL et France Télécom et **Orient Ware** une communauté d'origine Chinoise, sa mission est de développer du code middleware en open-source et d'animer la communauté ainsi que l'écosystème commercial associé. Le consortium est une organisation indépendante à but non lucratif ouverte aux entreprises et aux individus.

Un écosystème commercial open-source

OW2 conçoit l'open-source essentiellement comme une stratégie de développement économique : il peut être envisagé, pour certains segments de marché, comme un moyen de franchir les barrières à l'entrée.

L'open-source et le middleware vont bien ensemble : en effet les entreprises peuvent collaborer sur le développement de couches middleware communes et simultanément être en situation de compétition pour offrir des solutions commerciales aux utilisateurs finaux.

Les membres du consortium OW2 ont des attentes techniques et commerciales. D'un point de vue technique ils attendent avant tout une infrastructure fiable pour supporter les efforts de développement. Ils recherchent également une vision technologique, une indépendance technique et le partage d'expertise. D'un point de vue commercial, ils sont à la recherche d'outils marketing, d'une crédibilité marché, d'augmentation de leur chiffre d'affaire et d'ouverture à l'international.

Gouvernance

La gouvernance et la proposition de valeur d'OW2 sont triples. En premier lieu, c'est une plate-forme technique qui propose des services collaboratifs aux équipes projets membres (forge, gestionnaire de bug, wiki, etc.). En second lieu c'est un catalyseur pour des interactions sociales et commerciales : son architecture de gouvernance aide à organiser les activités entre membres. Enfin c'est un vecteur de communication afin d'augmenter la visibilité des projets et l'attention du marché. OW2 propose trois niveaux d'affiliation :

- Les **membres stratégiques** qui ont choisi de baser leur stratégie open-source sur OW2. En conséquence, ils font le choix de fournir des ressources significatives afin de soutenir les objectifs du consortium et de jouer un rôle actif à la fois en terme de direction des activités de développement de code et en facilitant l'usage et la diffusion de la technologie. Les frais d'adhésion (et les droits associés) sont plus importants pour les membres stratégiques que pour les membres entreprises.
- Les **Membres entreprises** sont des organisations légales qui désirent contribuer à la base de

Copyright (C) 2012 : Tous droits réservés

code de l'association et participent à la planification et à la gestion du processus de développement.
- Les **Membres individuels** sont des individus tels que des travailleurs indépendants, étudiants ou des passionnés de technologie.

OW2 définit trois types d'activités conçues afin de faciliter les interactions entre les membres du consortium : Les **projets**, les **initiatives** et les **chapitres locaux** (« local chapters »).

- Les **projets** sont le lieu des interactions techniques entre membres. Compte tenu que le développement d'une base de code consistante est la première priorité du consortium, un projet regroupe des actions de développement correspondant à un ou plusieurs composants logiciels. Chaque projet est sous la responsabilité d'un chef de projet et l'ensemble des chefs de projets forme le **conseil technologique** (« technology council »). Ce dernier est l'outil de gouvernance responsable de la consistance de la base de code.
- Les **initiatives** proposent le canevas support des relations commerciales entre membres. Ce sont des efforts communs à des membres d'OW2 visant à faciliter l'usage des technologies OW2 par les principaux intégrateurs, utilisateurs finaux et éditeurs de logiciels ainsi qu'à développer les activités commerciales dans un secteur donné.
- Les **chapitres locaux** constituent des regroupements de membres sur une base géographique ; ils sont mis en place afin de faciliter les relations communautaires au niveau régional.

Organisation

Les instances de fonctionnement du consortium (cf. *bylaws* du consortium disponibles sur le site www.ow2.org) s'organisent suivant le schéma ci-dessous :

De haut en bas, on trouve :

- **Conseil d'administration** (Board of Directors) : prend les décisions principales. Les directeurs sont désignés ou élus (1 par membre stratégique, autant de membres entreprises que de membres stratégiques et un siège pour les membres individuels).
- **Conseils** (Councils) : ils proposent des recommandations et préparent les décisions pour le conseil d'administration et pour le bureau du projet.
- **Bureau du projet** (Management Office) : c'est une équipe de professionnels qui mettent en

Copyright (C) 2012 : Tous droits réservés

œuvre au jour le jour les activités du consortium.
- Chaque activité dispose de son **équipe de pilotage** propre: les projets, les initiatives, et les chapitres locaux.

5. La politique de licences

"Libre" ne signifie pas nécessairement "gratuit"

Il convient de bien distinguer ici ces deux notions qui ne s'impliquent nullement ! Force est de constater qu'en l'absence d'une explication, la confusion est presque inévitable. Pour illustrer le principe, Richard Stallman parle volontiers de gastronomie. La recette des crêpes - pour prendre un exemple expressif dans la culture française - fait partie du domaine public ; il est possible de la recevoir et de la transmettre gratuitement sans restriction. Mais il est autorisé aussi de la vendre : les fiches et les livres ne manquent pas sur le marché ! De surcroît, de nombreux restaurateurs, crêpiers et distributeurs de produits alimentaires gagnent leur vie en l'utilisant !

La démarche dite « *propriétaire* », à l'inverse, veillera à garder caché le savoir-faire et à ne concéder qu'à des personnes précises, en des lieux précis, la jouissance de certains mets. Il est à noter d'ailleurs que, parmi ces derniers, il puisse y en avoir qui soient issus de la recette des crêpes mentionnée ci-dessus.

Pour ce qui est de l'OSHW, Lima Fried, alias *Lady Ada*, un des acteurs principaux du mouvement, annonçait en 2010 que celui-ci comptait treize entreprises dont le chiffre d'affaires avoisinait le million de dollars [33].

Le copyleft

Le *copyright* vaut pour les pays anglo-saxons, tandis qu'en France, la législation qui régit la propriété intellectuelle est celle des droits d'auteur (littéraire et artistique) et des brevets (industrielle) [34].

Le concept du *copyleft*, qui s'appuie sur un jeu de mots, est essentiel. Une partie seulement des licences du Libre y correspondent, *les licences* dites *copyleft.* Les autres, qui sont proches du domaine public, s'appellent *licences permissives*. L'objectif est de ne pas rompre la chaîne des droits de l'utilisateur : un développeur a-t-il ajouté des éléments nouveaux à un programme téléchargé sur le web ? si celui-ci était placé sous *copyleft*, il est tenu de mettre à disposition, *aux mêmes conditions*, la version modifiée par ses soins ! [35] Nous pouvons ici reprendre la métaphore du pot commun (souvent utilisé par E. MOGLEN) : chacun est libre d'y piocher mais personne ne peut retirer du pot commun ce qui y est déjà.

Réutilisation des licences de libre diffusion des logiciels

Les textes élaborés pour le FLOSS (Free/Libre Open Source Software) sont parfois réutilisés à l'identique dans l'OSHW. *OpenCores*, par exemple, encourage la LGPL [36].

Une différence majeure entre software et hardware est néanmoins à souligner d'emblée : dans le premier cas, il n'y a que des ressources intellectuelles, tandis que dans le second, il existe une partie matérielle. Celle-ci, dans l'application au hardware des principes du logiciel libre, n'entre pas en jeu: seul le design est concerné. Cette circonstance a induit la création de licences spécifiques, que nous présenterons dans le paragraphe suivant.

Quant à celles du FLOSS, elles sont au nombre d'une centaine et sont, toutes, basées sur les quatre

Copyright (C) 2012 : Tous droits réservés

libertés mentionnées plus haut. Elles sont, évidemment, gratuites. En pratique, elles ne présentent que très peu de différences. L'adoption de l'une ou de l'autre tient à la compatibilité légale avec d'autres programmes ou modules utilisés et, en vue de la distribution, au statut des produits dérivés d'un code *Open Source* initial [37]. En effet, les logiciels interagissent entre eux : soit ils en appellent d'autres, on parle alors de *lien* (*link*) ou de référence à des *librairies*, soit ils sont eux-mêmes appelés ; cet aspect des choses doit être observé d'un point de vue juridique par les développeurs. Nous n'entrons pas ici dans les détails de la méthode à suivre pour choisir la (les) licences (la) les mieux adaptée(s) pour tel ou tel projet [38], mais donnons simplement un aperçu des plus courantes [39].

- **GNU GPL** (GNU General Public License) [40] : Cette licence *copyleft* a été rédigée par Richard Stallman. Elle représente plus de 70 % des projets et « s'étend au logiciel comme à un tout, à l'exception des briques logicielles indépendantes et séparées ».
- **GNU LGPL** (GNU Lesser General Public License) [41] : On parle, pour celle-ci, de « *copyleft* fai ble ». Il est autorisé en effet de lier un programme tiers quelle que soit sa licence. Les contraintes sont moindres.
- **CC** (Creative Commons) [42] : Cette licence dispose d'un spectre très large. Elle comporte en effet un certain nombre d'options qui justifient également de son usage répandu en dehors de l'informatique. Elle sert en effet pour les œuvres d'art ou pour les documents tels que les photos, cartes, textes, vidéos, multimédia, etc [43]. Dans le génie logiciel, certaines de ses variantes ne sont pas libres.
- **BSD Licens**e (Berkeley Software Distribution) et MIT X Licence (Massachussets Institute of Technology) : Ce sont les plus libres de toutes, seul le nom de l'auteur est à citer. Le code source peut être réutilisé dans des logiciels propriétaires [44].
- **MPL** (Mozilla Public License) et NPL (Netscape Public License).
- **CeCILL** (CEA-CNRS-INRIA) [45] : Il s'agit d'une famille de licences compatibles avec la législation française en même temps qu'avec la GPL (CeCILL v2), la BSD (CeCILL-B), la MPL et la LGPL (CeCILL-C).

Il est tout-à-fait possible de recourir à la multi-licence, c'est-à-dire à l'adoption simultanée de plusieurs licences pour un même produit. L'intérêt est de restreindre aux usagers les obligations du *copyleft*, qui ne conviennent pas nécessairement à tous les projets. Ainsi on peut permettre l'entrée du code initial, en totalité ou en partie, dans une architecture basée sur une licence plus permissive voire propriétaire. Cette dernière variante est incontournable si la confidentialité est requise.

Les licences spécifiques au Matériel libre

Les projets industriels basés sur une conception ouverte et partagée sont encore rares et l'écosystème du matériel libre est encore jeune et peu structuré. Néanmoins, de nombreux projets collaboratifs innovants regardent avec intérêt cette approche. Le bouillonnement des initiatives et des communautés impliquées favorisent l'établissement de cadres de partages et de règles d'usage. Par définition de la jeunesse des réflexions et du profil des premiers acteurs impliqués, celles-ci ne répondent pas à l'ensemble de la problématique mais répondent spécifiquement à un problème donné en déclinant l'offre de diffusion des logiciels. Quelques groupes de travail se forment actuellement à l'intérieur des projets collaboratifs pour faire maturer la réflexion et tenter de répondre directement à la problématique soulevée par le matériel libre. Nous vous renvoyons à l'excellente synthèse de B. JEAN sur la question concernant les initiatives en cours [46].

Nous retiendrons ici que « trois licences sont disponibles actuellement pour l'OSHW, indique Alicia Gibb, présidente de *OSHW Association*, CERN OHL, TAPR OHL et Apache Hardware license, mais un nombre important de gens utilisent également Creative Commons » [47]. En pratique, 50 % de ceux

Copyright (C) 2012 : Tous droits réservés

qui produisent et qui vendent de l'OSHW n'en utilisent aucune, a également révélé une enquête récente de cet organisme [48]. Le point de vue est non pas tant celui du système de *copyright* que celui du brevet, auquel l'OSHW est équivalent.

Toutefois la licence Apache Hardware est encore en processus de diffusion et d'accréditation [49].

- **CERN OHL** (CERN Open Hardware License) [50] :« Elle est au hardware ce que la GPL est au software. (…) Elle spécifie que les fabricants de tels produits ne doivent pas laisser supposer la moindre forme de soutien ou de responsabilité de la part des concepteurs lorsqu'ils produisent ou vendent du hardware basé sur leurs documents de design » [51]. Comme la GPL, cette licence fonctionne d'après le principe du *copyleft*.
- **TAPR OHL** (Tucson Amateur Packet Radio OHL) [52] : L'obligation du *copyleft* dure trois ans. Il existe une variante non commerciale, la TAPR NCL (TAPR Non Commercial License) qui vaut pour le développement de produits dérivés non destinés à la vente.
- **Apache Hardware License** [53] : Cette licence n'est pas encore accréditée par *Apache Foundation*. Elle est *permissive*, les produits dérivés peuvent donc être propriétaires.

Wikipédia indique également la *Balloon Open Hardware License (BOHL)* [54]. Ce texte est également en cours de rodage et est utilisé pour tous les projets *Balloon* [55]. En outre, l'encyclopédie numérique mentionne la *Hardware Design Public License*, écrite par Graham Seaman, administrateur de *Opencoll ector.org* [56].

6. Propriété Intellectuelle (PI)

La détention d'un brevet confère des avantages commerciaux à une société mais, en même temps, peut limiter considérablement son développement et brider son dynamisme. Ce système juridique est en effet très restrictif pour ceux-là mêmes qui jouissent de ses avantages ! Par les cloisonnements qu'il engendre, il empêche certaines formes d'activité et méthodes de travail - en particulier le développement collaboratif décrit plus haut. Or, dans certains cas, les unes et les autres peuvent être plus intéressantes pour le chiffre d'affaires comme pour la conception en elle-même d'un projet.

Le Libre propose un mode de fonctionnement ouvert : toutes les compétences peuvent être sollicitées et non seulement celles qui sont présentes dans une société détentrice d'un brevet. Le niveau de technicité est aujourd'hui tel que certains systèmes exigent le libre accès à l'échange des savoirs. Nécessairement, les appareillages gagnent en fiabilité ; leur maintenance est meilleure, dès lors que la documentation est disponible pour tous.

De surcroît, la notion de *marque*, liée à l'image commerciale de la société, n'est pas remise en cause, au contraire ! [57] « Les sociétés comme Linux, Firefox et Redhat sont toutes *Open Source* ; elles n'utilisent pas de *copyright* mais gardent toujours leur *trademark* », souligne Alicia Gibb, présidente de *OSHW Association*.

La politique économique de toute l'activité Open Hardware s'accompagne d'une stratégie de Propriété Intellectuelle (PI). Cette stratégie concerne différents aspects des entités [58]. De par le bon usage de la propriété intellectuelle, chaque membre pourra se révéler et prospérer ou bien se faire spolier, sortir ou ne jamais rentrer dans un écosystème qui intrinsèquement fuit trop de contraintes imposées.

Loin de vouloir ici décliner tous les aspects de propriété intellectuelle nécessaires à une bonne protection et exploitation de ses productions, c'est plutôt une sensibilisation qui est proposée ici en guise d'introduction à une démarche nécessaire.

Copyright (C) 2012 : Tous droits réservés

La propriété Intellectuelle ne doit pas être considérée uniquement comme un droit d'exclure certains acteurs des marchés. Elle peut aussi être un facilitateur favorisant des synergies et le développement des organisations.

Tout d'abord revenons sur la définition de la propriété intellectuelle et notamment sa relation avec la propriété industrielle et la propriété littéraire et artistique. La représentation ci-après détoure le périmètre de chaque propriété en termes de droits (ex : brevet) et d'objets couverts par les droits (ex : invention).

Propriété Intellectuelle
Propriété industrielle
Brevets (inventions)
Droit des Marques (Signes distinctifs)
Droit des dessins & modèles (Dessins & Modèles)
Droit des topographies des semi conducteurs (Semi conducteurs)
Droit des obtentions végétales (Obtentions végétales)
Propriété Littéraire & artistique
Droit d'auteur (œuvre)
Droits voisins (interprétation, phonogrammes, vidéogrammes, programmes)
Droit sui generis sur les bases de données (base de données)

Elle montre notamment que la propriété industrielle ne couvre qu'une partie de la propriété intellectuelle et n'est pas équivalente. La propriété industrielle protège des solutions techniques innovantes dans un périmètre d'exploitation défini. Les conceptions matérielles et les éléments y attenants sont ainsi couverts par la propriété industrielle à travers notamment les brevets, les titres de propriété sur ses dessins et modèles et les topographies des semi-conducteurs.

Les œuvres immatérielles comme le logiciel ou la programmation de composants physiques programmables seront plutôt protégés par des droits d'auteur ou des droits voisins. Tout aussi important à protéger que leurs équivalents matériels et outre la performance intrinsèque qui justifie une action en protection, est retenu ici l'originalité de l'expression de la solution pour obtenir le résultat par rapport à des solutions concurrentes ou existantes. On protégera ainsi de façon unitaire ou intégré un enchaînement algorithmique, une mise en œuvre combinatoire, temporelle, une équation, l'originalité d'une factorisation de termes pour produire un résultat innovant ou améliorer une performance actuelle.

Les designs de produits et les dispositifs d'interaction Homme Système sont également des éléments candidats au titre du droit d'auteur ou des dessins et modèles.

Nous le voyons, de nombreux composants nous concernant rentrent dans le cadre de l'applicabilité de la protection. La gestion de la PI doit alors être appliquée à travers une stratégie sans quoi elle risque de représenter un poste de dépense important sans réelle compensation et valorisation possibles.

Le schéma suivant présente le rôle des acteurs du logiciel embarqué ou des composants programmables et leur relation lorsqu'une valorisation immatérielle sous licence est envisagée. Dans ce cas, par principe du droit d'auteur, ce dernier conserve de façon perpétuelle, inaliénable et imprescriptible (article L121-1 CPI) les droits moraux des briques qu'il conçoit (réduits ici au droit de paternité, droit de divulgation, droit au respect de l'œuvre "allégé")).

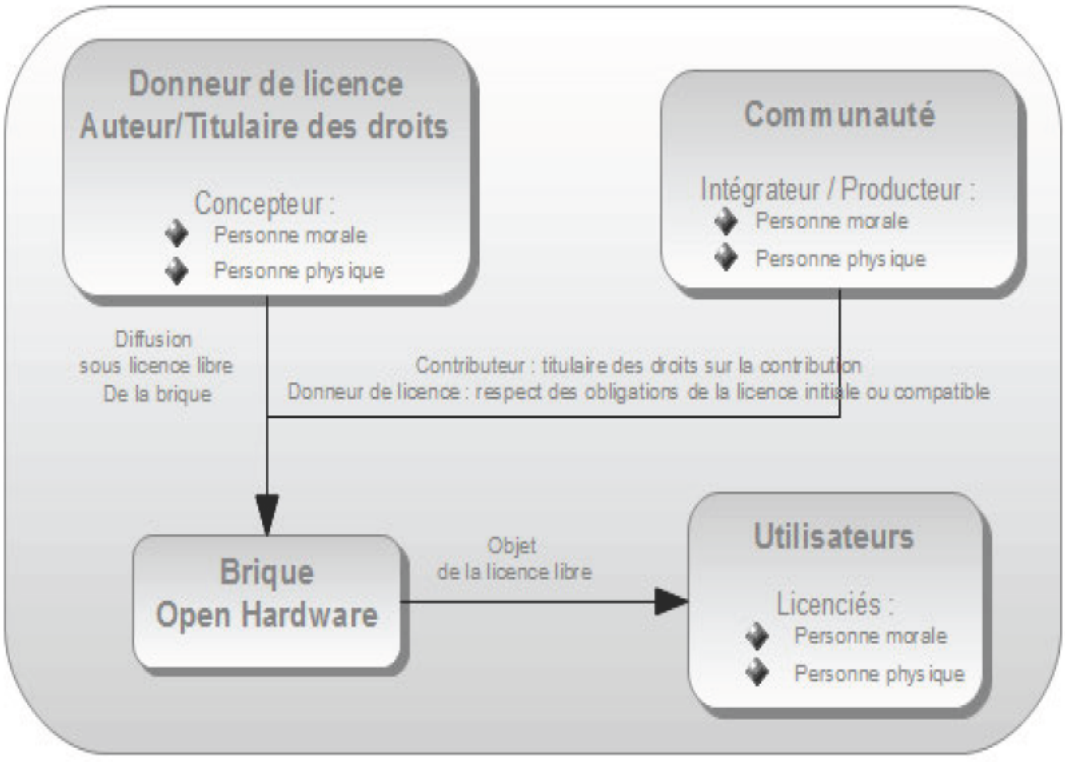
Copyright (C) 2012 : Tous droits réservés

> Le CPI prévoit un système dérogatoire au droit commun lorsque l'auteur est un salarié du s
> Sauf mention contraire explicite, une dévolution automatique des droits patrimoniaux est cé
> ://www.framabook.org/docs/optionlibre/OptionlibreDubonusagedeslicenceslibres/chapitre-1
> s lors que le salarié a créé la brique « dans l'exercice de ses fonctions ou d'après le
> employeur » (un usage non autorisé du salarié de la brique peut causer un motif de licenci
> de restitution de la brique à son employeur). De plus, un « affaiblissement » des droits
> salarié qui ne peut plus s'opposer dans ce cas à une modification sur sa brique [59].

Le titulaire des droits est également titulaire des droits patrimoniaux (correspondant ici à la reproduction (chargement, affichage, exécution, transmission ou stockage), la modification et la première mise sur le marché) http://www.framabook.org/docs/optionlibre/OptionlibreDubonusagedeslicenceslibres/chapitre-135-fr.html#pied49. Il dispose de toute liberté pour exploiter les briques qu'il créé en autonomie ou par contrat en les cédant à un tiers ou en concédant des licences. Il décide seul des conditions de leur exploitation.

Le titulaire de droit sur un logiciel ne peut cependant pas empêcher http://www.framabook.org/docs/optionlibre/OptionlibreDubonusagedeslicenceslibres/chapitre-135-fr.html#pied51 :

- les actes nécessaires à la correction des erreurs (sauf si l'auteur s'est réservé ce droit),
- la copie de sauvegarde,
- la rétro-ingénierie (ou reverse engineering),
- la reproduction nécessaire à assurer l'interopérabilité (uniquement en faveur d'un utilisateur légitime ; si les informations ne sont pas disponibles et pour cette seule finalité d'interopérabilité).



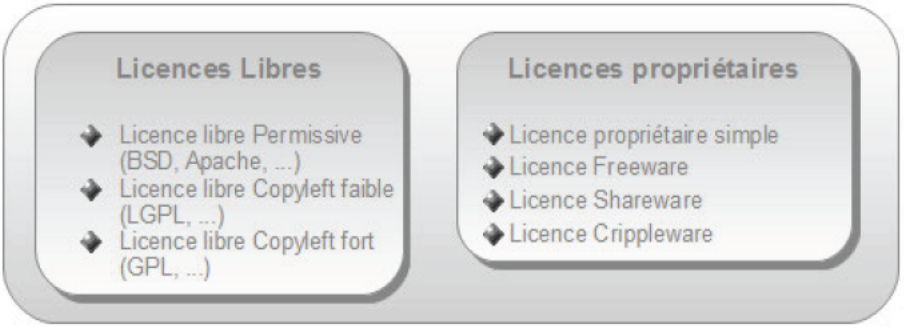
Lorsque le mode libre est privilégié, tout contributeur additionnel est titulaire des droits sur sa contribution. Néanmoins, il doit respecter les conditions du titulaire initial sur l'exploitation de sa

Copyright (C) 2012 : Tous droits réservés

production. Cet ensemble constitue l'objet de la licence fournie aux utilisateurs des briques.

Dans le cas d'innovation matérielle, des premières licences de type Open Hardware sont actuellement proposées ou en phase de validation. Elles sont les équivalents matériels de celles applicables aux logiciels.

Au risque de se répéter, le modèle ouvert que nous étudions ne doit pas être assimilé à un modèle où les données et services sont totalement gratuits. Dans le modèle propriétaire comme dans celui du libre, l'auteur (ou le titulaire des droits) décide des conditions d'utilisation des licences et notamment des éventuels coûts associés. Le schéma ci-après montre les différentes typologies de licences à titre de rappel dans les 2 cas. Le chapitre dédié aux licences détaille ce point.



Le donneur de licence n'autorise pas les mêmes droits d'usage en fonction du caractère libre ou non des licences.

Licences Libres
Le donneur de licence autorise le licencié à :
Utiliser la brique technologique (étudier)
Modifier la brique (améliorer, ...)
Redistribuer la brique (gratuitement ou à titre onéreux)
Publier les modifications (contribuer)
Licences propriétaires
Le donneur de licence autorise le licencié à :
Utiliser la brique
Faire une copie de sauvegarde des parties immatérielles

Les notions intrinsèques de redistribution et de publication sont en effet propres aux licences libres. Des droits similaires sont possibles avec les licences propriétaires mais sont contractualisés au cas par cas. Ils ne procurent donc pas la même souplesse d'évolutivité et de maturation par une communauté d'utilisateurs, d'intégrateurs et de contributeurs.

Dans notre cas, ces licences doivent être à minima compatibles pour permettre l'agrégation des briques qu'elles protègent au sein d'une plate-forme ou d'un produit applicatif.

La mise en œuvre d'une bibliothèque de briques technologiques matérielles et logicielles dont les licences seraient clairement identifiées avec une volonté de les rendre compatibles serait un atout considérable par la communauté des utilisateurs concernés.

Copyright (C) 2012 : Tous droits réservés

Les enjeux complémentaires de bonne gestion de la PI, pour chaque organisation, sont :

- une valorisation immatérielle qui peut représenter jusqu'à 70 à 80 % de la valeur totale d'une structure économique (là où on maximisait cette valorisation à environ 25 % il y a peu),
- des barrières aux offres concurrentes par la reconnaissance et la valorisation de ses contributions, de ses compétences et de ses capacités,
- la nécessité de partage des solutions et des développements par des briques technologiques.

Les risques sont :

- de rendre visible et de donner à la concurrence, sans maîtrise, des solutions ou la liberté d'exploiter les résultats sans en subir les coûts d'investissement,
- de ne pas se donner le temps nécessaire pour pénétrer ses marchés ciblés,
- d'appauvrir les organisations par manque de création de richesse immatérielle échangeable.

Les gains potentiels adressent :

- les personnes morales,
- les personnes physiques.

Pour les personnes morales, les gains espérés de gestion de la PI sont :

- la création de valeur immatérielle,
- l'amélioration de sa crédibilité globale,
- un meilleur pouvoir de négociation,
- l'exploitation de ses licences.

Pour les personnes physiques, les gains espérés sont :

- une reconnaissance technique et statutaire étendue,
- une reconnaissance financière liée à l'exploitation de ses innovations.

Nous montrons bien alors la nécessité de :

- protéger et valoriser l'outil économique/industriel,
- motiver et valoriser l'ensemble des acteurs participant à la création de richesse.

Une réflexion stratégique devra dans tous les cas être réalisée sur les résultats de chaque activité d'innovation menée.

Une commission intégrant des compétences techniques, commerciales et juridiques pourra valider l'opportunité d'utiliser des composants externes pour résoudre un problème. Les critères suivants seront notamment analysés :

- performance technique,
- cohérence et complétude de la documentation et des exemples proposés,
- secteurs d'utilisation et Programmes industriels couverts,
- pérennité du composant,
- vivacité et qualité de la communauté support,
- type de licence et compatibilité,
- coût d'exploitation des licences, part sur le coût de revient de la prestation.

Copyright (C) 2012 : Tous droits réservés

La valorisation des contributions internes sera analysée par une commission interne où tous les acteurs industriels, économiques, financiers et juridiques seront représentés.

Ils décideront notamment si les résultats doivent être tenus secrets ou au contraire largement diffusés en s'appuyant sur les critères suivants :

- la vitesse d'évolution de la technologie sur le secteur concerné,
- la taille du marché accessible,
- le "time to market" attendu,
- la volonté que les résultats deviennent des standards,
- les gains espérés.

Dans tous les cas, en reprenant les propos de B. JEAN, "*les juristes doivent acquérir une agilité qui leur permette de répondre aux attentes de l'industrie : notamment pour s'assurer, au fur et à mesure de l'avancée du projet, que l'usage des droits est bien conforme à la politique d'innovation souhaitée... l'import de telles innovations fait gagner du temps et de l'argent, ce qui réduit le risque en cas de non succès commercial, alors qu'à l'inverse, l'export permettra de générer du profit ou de nouvelles opportunités.*"

Il va enfin falloir rapidement résoudre le problème de la pluralité des conceptions car la législation, initialement établie (dans l'esprit) pour protéger les résultats d'un individu unique proposant une solution d'innovation de rupture, est aujourd'hui largement remplacée de nos jours par une innovation faisant intervenir plusieurs auteurs proposant une innovation incrémentale [60].

Le code de la propriété intellectuelle ainsi mis à mal par les mouvements actuels montre ses limites à proposer des réponses adaptées à des besoins complexes mais nécessaires. L'émergence des modèles tels que celui que nous proposons et sa montée en maturité devront donc inexorablement s'accompagner d'une évolution voir d'une refonte du code de la propriété intellectuelle favorisant une innovation internationale rapide et partagée.

Loin de nécessiter une telle refonte avant d'engager la moindre activité dans l'*Open source Matériel pour les Systèmes Critiques*, il sera néanmoins nécessaire de clarifier au plus tôt dans les programmes collaboratifs, les aspects de propriété intellectuelle, de licence et d'exploitation commerciale. Le découpage présenté dans le chapitre "projets communautaires" intègre ces éléments et prend en compte le risque introduit.

7. Ethique

Le présent modèle économique est basé sur l'idée de partage mutuel des données et des expériences pour une meilleure compétitivité des acteurs impliqués. Un tel modèle, qui prône l'amélioration de l'excellence de chacun associée à une meilleure visibilité de ses compétences sur la scène internationale dans le domaine des systèmes critiques est fédérateur pour qui recherche un bon compromis entre ses contributions et les bénéfices attendus.

La visibilité induite par ses actions est là pour inciter à une contribution régulière de qualité. Une contribution adaptée des résultats de ses travaux et de ses retours d'expérience est le point clef du modèle. Il est étroitement lié, pour chaque élément fourni, à la stratégie de l'organisation qui contribue ou qui bénéficie des informations. De façon basique, les chapitres précédents, et notamment celui sur les livrables, montrent ce qu'il convient d'échanger et pourquoi. Ceux qui donneront trop sans raison

Copyright (C) 2012 : Tous droits réservés

auront potentiellement une valorisation limitée de leurs actions. De même, ceux qui prendront sans donner verront leur image impactée tout en investissant malgré tout nécessairement du temps pour atteindre leurs objectifs.

> Sur ce dernier point, en fonction de ce qui est rendu disponible par les contributeurs, et si nous ne considérons pas l'effort acceptable de compréhension et d'utilisation des composants proposés, l'effort d'industrialisation et de modification pourra être consommateur de temps et donc limiter la performance économique des professionnels tentés par cette voie unique pour répondre à un besoin ponctuel.

Nous pouvons citer ici la société Free Electrons [61] qui propose des formations sur le Kernel Linux ou plusieurs centaines de pages de formation sont directement disponibles sur leur site. Le choix peut être fait :

- de télécharger les pages pour tenter de comprendre en auto formation leur contenu,
- de les lire pour vérifier l'adéquation avec son besoin et vérifier la qualité de la prestation proposée avant d'engager la formation.

Pour un professionnel, il est à notre avis plus rentable de demander qu'un spécialiste de la société vienne réaliser la formation avec le matériel de démonstration associé pour faire passer les messages, insister sur les points importants et superviser les travaux pratiques. Une telle démarche optimise le temps d'apprentissage et la qualité des savoirs assimilés. Elle permet de rendre opérationnel un professionnel beaucoup plus efficacement qu'en auto formation. Le choix de la mise à disposition du contenu des formations est cependant volontairement laissé en libre accès pour répondre à d'autres situations (étudiant, veille,...). Cette stratégie donne de la visibilité sur ses compétences, de la pérennité aux prestations dispensées et prépare ainsi les réflexes de collaboration à moyen terme. La propriété intellectuelle des planches reste par ailleurs le droit des auteurs (cf. chapitre sur la propriété intellectuelle), la qualité de restitution des propos reste la compétence des formateurs et la crédibilité des formations proposées reste la notoriété de l'organisation.

Nous pouvons également citer la société ARMADEUS [62] qui propose des cartes processeurs et met à disposition sur son site les schémas électroniques, les plans d'implantation de ses cartes, leur nomenclature, un certain nombre de drivers logiciels et un noyau Linux configurable pour utiliser ses produits. Le prix de vente des cartes est d'environ 30 % moins cher que le coût de revient d'un même produit géré en interne pour une faible quantité (auquel il convient de rajouter les coûts d'études complémentaires (routage, réalisation de la liasse de fabrication, frais d'outillages de fabrication, frais de logistique, coût de mise au point électronique et logiciel d'un ensemble matériel non éprouvé)). Il est alors clairement plus avantageux, dans notre domaine à production limitée de pièces séries, de préserver la relation avec un tel partenaire (qui assure une excellence technologique, une pérennité des données et des possibilités de contractualiser la poursuite de la production en cas de défaillance) que de vouloir reprendre à son compte le produit. La fidélisation joue ici à plein son rôle.

À cette première démarche centrée sur la dissuasion et l'optimisation de la performance économique, il peut être nécessaire d'introduire au sein du modèle organisationnel une organisation de gestion et de régulation des membres avec frais d'adhésion et engagement éthique autour d'une charte, des audits et des sanctions.

Dans ce cas, il peut être proposé plusieurs niveaux d'informations sur les composants de la bibliothèque pour les membres et les non membres avec éventuellement un accompagnement de services forfaitaires.

Copyright (C) 2012 : Tous droits réservés

Les tarifs associés facturés par une telle organisation seraient dans ce cas à minima définis en fonction :

- de la taille et de la typologie des organisations,
- de leurs contributions,
- du niveau d'informations et de services souhaités,
- de l'usage envisagé des informations téléchargées.

Chaque contrat de membre serait associé à la signature d'un engagement éthique d'utilisation de la base de données et des services associés avec un minimum de contributions attendues et observables. Des audits seraient régulièrement menés sur l'activité des membres (aujourd'hui des robots informatiques peuvent parfaitement jouer une partie de ce travail de surveillance et d'alerte) avec des sanctions applicables en cas d'abus d'usage et de violation de la propriété intellectuelle.

L'engagement moral et l'engagement contractuel présentés ci-dessus ne sont pas opposables mais complémentaires en fonction du niveau d'informations et de services souhaités. La maturation et la mise en œuvre de ses solutions nécessitent encore des discussions entre les membres intéressés et des réunions d'avancement sur le sujet se tiendront dans les prochains mois.

Copyright (C) 2012 : Tous droits réservés

V. Modèle organisationnel, Workflows et opportunités de business

1. Préambule

La vision prospective est basée sur le consensus autour d'un modèle de partage pour développer, produire et maintenir les systèmes critiques.

La stratégie de business est dans ce cadre plus fine et délicate à gérer mais plus performante.

Elle nécessite de répondre aux exigences de positionnement suivantes :

- définir clairement son rôle dans l'écosystème,
- faire les choix et les efforts nécessaires sur les segments de marché choisis pour maîtriser les technologies manipulées afin d'être crédible et efficace pour ses clients et pairs,
- associer un business plan et une feuille de route organisationnelle en relation avec les investissements nécessaires et les retombées économiques espérées,
- définir finement les composants partagés et non partagés en fonction de la stratégie de l'entreprise et du cycle de vie de ses produits,
- préparer la valorisation marketing,
- mettre en place la stratégie de Propriété Intellectuelle.

Les Impacts et gains espérés sont alors :

- une valorisation de l'existant que l'on accepte de mutualiser,
- une pérennité améliorée de ses activités et de ses composants,
- une crédibilité et une excellence accrues, couvertes par l'accès à la vérification de la qualité produite et de la performance atteinte,
- des prix pratiqués plus compétitifs en assurant plus de marge par la mutualisation et la compétence des équipes,
- des menaces de compétiteurs non crédibles limitées (ce n'est pas parce qu'on peut reproduire une brique technologique qu'on sait la faire évoluer efficacement et qu'on est performant pour l'intégrer dans un produit ; les communautés de développeurs et d'utilisateurs connaissent leurs pairs),
- une amélioration du "time to market", délais de mise sur le marché d'une nouvelle génération de produit avec les offres de services associées,
- un positionnement de ces technologies comme un standard de fait par l'adoption massive de la communauté.

Les contraintes induites sont :

- La stratégie d'entreprise nécessite une vision et une rigueur accrues dans son positionnement (la dispersion non maîtrisée de ses activités limite la productivité et nuit fortement à la rentabilité dans ce modèle),
- On optimise la segmentation des acteurs de la filière en forçant l'excellence pour chacun d'eux.

Copyright (C) 2012 : Tous droits réservés

2. Organisation- Interactions et Workflows

Le modèle économique vise à rendre disponibles les briques technologiques certifiables étudiées par les membres des consortiums pour une exploitation la plus large possible par une communauté d'utilisateurs exploitant directement les composants eux-mêmes ou créant une nouvelle valeur ajoutée à partir de composants existants.

Le référentiel des composants certifiables est le cœur de la partie technique du modèle proposé. Il est exploité directement par une communauté d'utilisateurs adhérant au principe de mutualisation qui les met en œuvre tels quels ou les intègre dans des systèmes plus complets. Une partie de la communauté, plutôt composée d'industriels, exploite ces composants indirectement en les adaptant par rapport à un usage spécifique, en participant à leur évolution en tant que contributeur et/ou en développant des prestations adaptées. Les utilisateurs de la communauté académique sont en mesure de les exploiter à des fins de formation et à des fins scientifiques.

Les thèmes scientifiques directement concernés sont notamment :

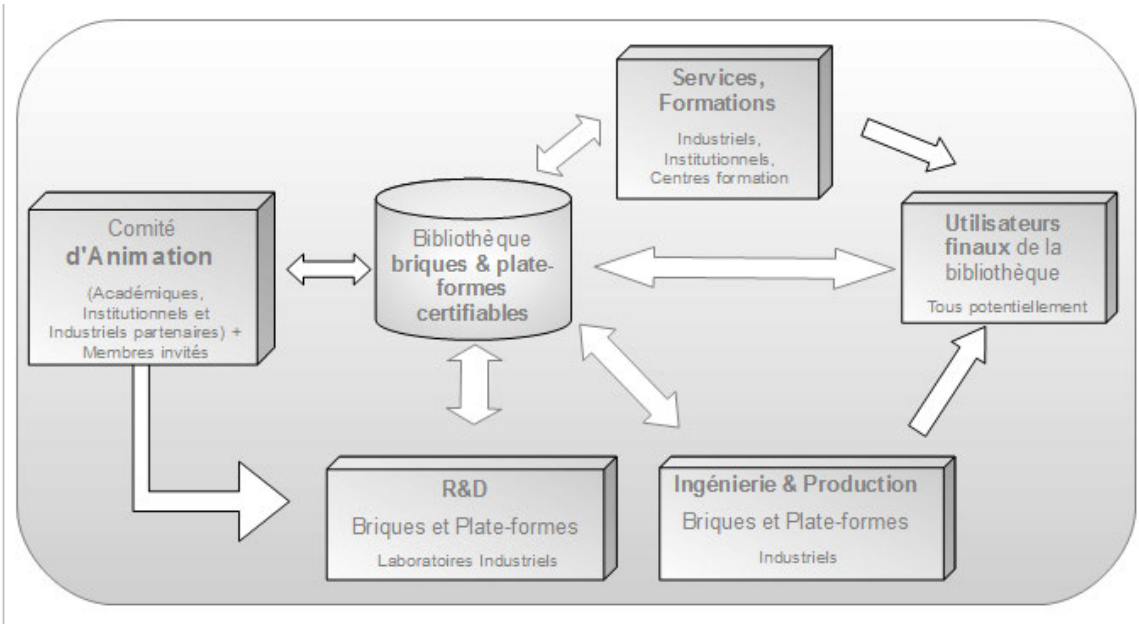
- l'ingénierie des systèmes,
- l'architecture des systèmes embarqués à contraintes temporelles et coopératives importantes,
- les "Networks On Chip (NoCs)",
- la sûreté de fonctionnement des systèmes,
- la sécurité des réseaux,
- les notions de qualité de services,
- la gestion de l'énergie électrique des "Systems On Chip (SoCs)",
- la certification avionique…

Nous l'avons abordé précédemment, cette structuration de la filière vise à réduire directement les temps de développement des produits, leur coût, mieux maîtriser leur empreinte écologique (virtualisation des fonctions, miniaturisation, éco-conception) tout en conservant la fiabilité et la sûreté de fonctionnement que les équipes techniques impliquées dans les domaines critiques ont su atteindre ces dernières années et dont les équipes financières et dirigeantes ont besoin pour minimiser les risques et garantir les résultats opérationnels à leurs actionnaires.

Copyright (C) 2012 : Tous droits réservés

Chaine de vie de la bibliothèque de composants et comité d'animation

Le schéma ci-dessous présente la chaîne de vie de la bibliothèque dans l'écosystème.



Les types de partenaires et consortiums pouvant réaliser une prestation sont présentés dans les nuages bleus.

Les partenaires potentiellement actifs dans la structuration et le développement du modèle sont les suivants :

- les industriels (organisation à vocation de développement économique) constitués :** d'indépendants,
  - de TPE,
  - de PME,
  - d'ETI,
  - de grands groupes
- les académiques constitués :** d'écoles et centres de formation,
  - de laboratoires publics,
- les institutionnels tels que :** les structures à but non lucratif (fondation, association,...),
  - les comités régionaux,
  - les comités nationaux,
  - les comités européens.

Un comité d'animation, dont le statut juridique reste à définir, gère la bibliothèque et ses éléments. Il effectue les activités suivantes :

- coordination et gestion de la sécurité et de la maintenance de la bibliothèque et de l'infrastructure informatique support,
- gestion en configuration des éléments de la bibliothèque,
- vérification de la cohérence des éléments de la bibliothèque en termes d'interopérabilité,
- réalisation des opérations de valorisation de la bibliothèque et de ses adhérents sur les aspects non spécifiques (valorisation globale du modèle et de ses éléments),
- définition de la feuille de route stratégique de développement,
- respect des engagements des membres et des règles de partage.

Copyright (C) 2012 : Tous droits réservés

Les autres blocs rectangulaires représentent les prestations amenant une plus value à la bibliothèque.

Quatre blocs sont ainsi identifiés :

- le bloc "Recherche et Développement",
- le bloc "Ingénierie et Production",
- le bloc "Services et Formations",
- le bloc "Utilisateurs finaux".

Le bloc "Recherche et Développement" conçoit et réalise les démonstrateurs des briques technologiques et des plates-formes.

Il effectue à minima les activités suivantes :

- développement des nouveaux éléments de la bibliothèque,
- développement des architectures supports,
- évolution des éléments existants,
- modélisation et simulation des éléments seuls ou agrégés,
- caractérisation des performances et des limites des éléments conçus, améliorés et agrégés,
- constitution du référentiel technique partageable et publication dans la bibliothèque.

Le bloc "Ingénierie et Production" effectue les activités suivantes sur les briques et plates-formes :

- personnalisation à un projet/client,
- qualification / certification à un programme ou un contexte d’utilisation,
- développement d’applicatifs utilisant les plate-formes,
- industrialisation,
- fabrication série,
- publication dans la bibliothèque.

Le bloc "Services et Formations" effectue à minima les activités suivantes sur les briques et plates-formes :

- offre de services complémentaires au bloc d’ingénierie (par ex : automatisation de tâches de tests, de modélisation, de génération de code...),
- offre de formation (aux développeurs, utilisateurs, managers, étudiants, apprentis, ...),
- offre de maintenance individualisée,
- offre de réparation,
- offre de composants packagés,
- offre de support "hot line",
- offre de maintien à niveau des éléments utilisés,
- publication dans la bibliothèque,
- ...

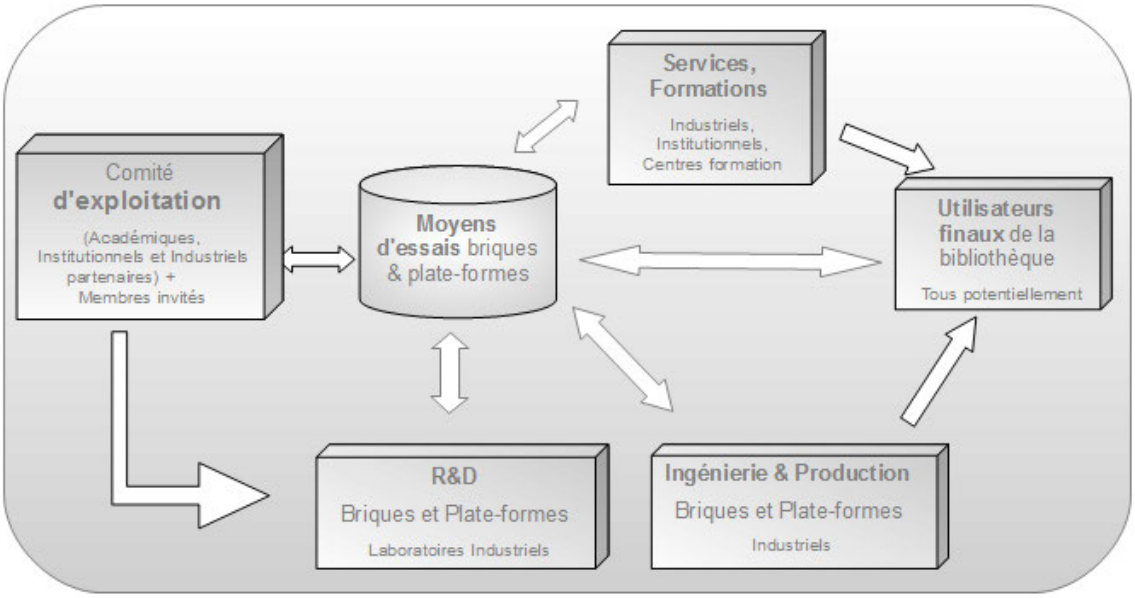
Le bloc "Utilisateurs finaux" effectue à minima les activités suivantes sur les briques et plates-formes :

- exploitation académique,
- exploitation institutionnelle,
- exploitation industrielle.

Copyright (C) 2012 : Tous droits réservés

Chaine de vie de la bibliothèque des moyens d'essais et comité d'exploitation

Nous observons dans le schéma ci-dessous que le modèle s'étend aux moyens d'essais ou d'expérimentation des briques et des plates-formes de la bibliothèque. Les prestations réalisées dans les blocs présentés ci-dessus nécessitent l'usage de moyens de vérification et de validation. Ces moyens mis à la disposition des membres de l'écosystème peuvent très bien être mutualisés virtuellement mais aussi physiquement.



Un comité d'exploitation, dont la structure juridique est également à définir, en relation avec le comité d'animation précédent, a la charge de :

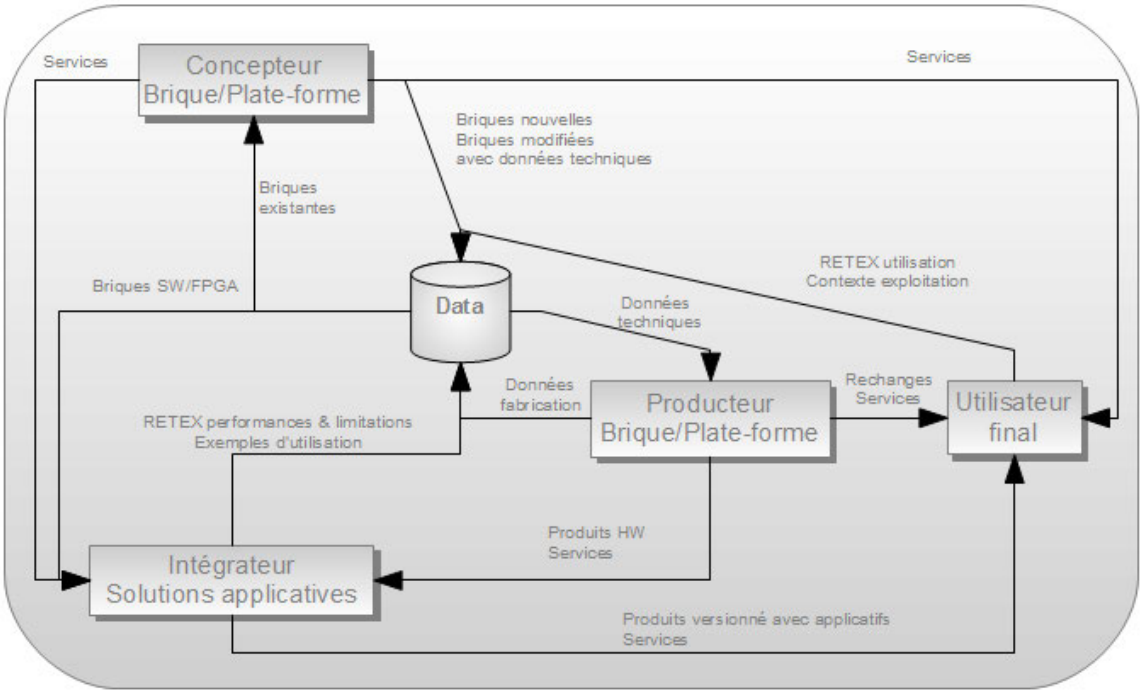
- définir les moyens d'essais nécessaires aux opérations de vérification et de validation des éléments de la bibliothèque,
- effectuer les alliances avec des acteurs disposant de ces moyens,
- éventuellement exploiter une partie de ces moyens.

L'exploitation des produits de la conception et les services directs offerts sont de la responsabilité des membres eux-mêmes.

Copyright (C) 2012 : Tous droits réservés

Données échangées par les membres de l'écosystème

Le schéma ci-après présente les échanges des données issues des contributions des acteurs de l'écosystème. Le conteneur central schématise les données de la bibliothèque de briques technologiques (indépendamment de leur taille, de leur type et de leur complexité).



Chaque concepteur ou groupe de concepteurs de brique ou de plate-forme :

- prélève dans la bibliothèque un ou plusieurs éléments qu'il va pouvoir manipuler pour faire évoluer ou agréger pour produire un "package". Il peut également développer de toute pièce une nouvelle brique technologique en fonction de ses propres compétences et savoirs faire.
- reverse dans la bibliothèque (suivant des règles prédéfinies et la politique de livrables proposée (cf. chapitre "Livrables")) les données techniques nécessaires à une exploitation par les autres rôles.

Le producteur :

- prend ces données techniques qu'il transforme pour permettre une fabrication industrielle du composant,
- négocie les droits de production avec le (s) concepteur (s),
- reverse dans la bibliothèque les données de fabrications (suivant des règles prédéfinies et la politique de livrables proposée (cf. chapitre "Livrables")),
- met à disposition les produits industrialisés.

L'intégrateur de solutions applicatives :

- achète au producteur (en direct ou par l'intermédiaire d'un réseau de distribution) les briques ou plates-formes packagées,
- prend de la bibliothèque les données minimales supports du développement de ses applications,
- achète au concepteur une prestation de services complémentaire à ses travaux (si nécessaire),
- reverse à la bibliothèque son retour d'expériences sur les performances et limitations observées durant le développement de l'application,

Copyright (C) 2012 : Tous droits réservés

- fournit à la bibliothèque des exemples d’utilisation des éléments de la bibliothèque.

L’utilisateur final :

- achète à l’intégrateur d’applications, au producteur ou à un distributeur (offrant la prestation de diffusion) les produits et les pièces de rechange,
- achète à l’intégrateur d’application les applications,
- achète aux trois premières catégories d’acteurs des services en relation avec ses besoins,
- reverse à la bibliothèque son retour d’expérience sur le contexte d’utilisation, les performances et limitations en exploitation, ses recommandations d’évolution.

Nous observons qu’un tel modèle implique ses membres quelle que soit leur taille, rôle ou statut.

Tous peuvent collaborer ou proposer individuellement une solution crédible et compétitive à ses partenaires comme à ses clients sur la base de la bibliothèque de composants mutualisés.

Tous ont une plus value à apporter à un système qui amène de la crédibilité et qui rend visible ses membres sans que la taille critique ne soit un critère d’exclusion.

Tous ont un intérêt stratégique et économique à pérenniser l’écosystème car les fournisseurs puisent dans la bibliothèque, comme dans l’eau d’un puit, les ingrédients de leur activité et de leurs performances. Les clients et organismes vérificateurs prennent confiance dans les composants, dans les acteurs, dans la pérennité des solutions. Les institutionnels peuvent participer à la structuration et à l’organisation de l’ancrage local des compétences et à sa reconnaissance internationale.

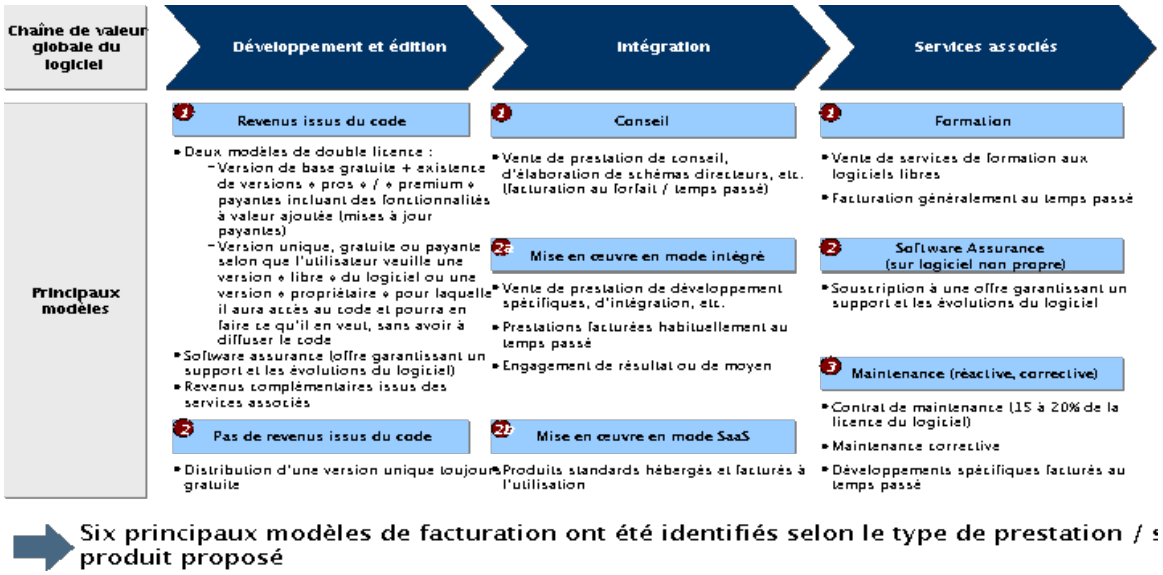
Le modèle, à l’issue de sa phase d’amorçage, devient naturellement et intrinsèquement robuste aux perturbations, la visibilité impactant immédiatement l’image et la crédibilité des éléments perturbateurs.

3. La segmentation du modèle

Les modèles du Logiciel libre

Le secteur du Logiciel libre offre des cadres juridiques, examinés précédemment, et des business models qui ont subi l'épreuve de la pratique. Ces derniers sont aujourd'hui identifiés ; il nous paraît essentiel de les présenter ici, sous la forme du tableau synoptique suivant, avant de citer ceux de l'OSHW.

Copyright (C) 2012 : Tous droits réservés


Chaîne de valeur globale du logiciel
Développement et édition
Intégration
Services associés
Principaux modèles
Revenus issus du code
Deux modèles de double licence :
Version de base gratuite + existence de versions « pro » / « premium » payantes incluant des fonctionnalités à valeur ajoutée (mises à jour payantes)
Version unique, gratuite ou payante selon que l'utilisateur veuille une version « libre » du logiciel ou une version « propriétaire » pour laquelle il aura accès au code et pourra en faire ce qu'il en veut, sans avoir à diffuser le code
Software assurance (offre garantissant un support et les évolutions du logiciel)
Revenus complémentaires issus des services associés
Pas de revenus issus du code
Distribution d'une version unique toujours gratuite
Conseil
Vente de prestation de conseil, d'élaboration de schémas directeurs, etc. (facturation au forfait / temps passé)
Mise en œuvre en mode intégré
Vente de prestation de développement spécifiques, d'intégration, etc.
Prestations facturées habituellement au temps passé
Engagement de résultat ou de moyen
Mise en œuvre en mode SaaS
Produits standards hébergés et facturés à l'utilisation
Formation
Vente de services de formation aux logiciels libres
Facturation généralement au temps passé
Software Assurance (sur logiciel non propre)
Souscription à une offre garantissant un support et les évolutions du logiciel
Maintenance (réactive, corrective)
Contrat de maintenance (15 à 20% de la licence du logiciel)
Maintenance corrective
Développements spécifiques facturés au temps passé
Six principaux modèles de facturation ont été identifiés selon le type de prestation / s
produit proposé

Nota : *SaaS* signifie *Software as a Service* c'est-à-dire *logiciel en tant que service* [63].

Il faut ajouter à cela les revenus issus des dons, subventions et sponsoring. Ils jouent un rôle essentiel, par exemple, dans le fonctionnement de la Fondation Apache.

Des modèles pour l'OSHW

Du Logiciel libre à l'OSHW, la différence majeure réside dans la fabrication des appareils. Dans le premier cas, la copie demande quelques minutes de téléchargement alors que dans le second, la récupération du design sur le web est certes très rapide mais, pour arriver ensuite jusqu'au matériel, il faut disposer du savoir-faire, des pièces détachées, des outils spécifiques de fabrication et de vérification de conformité... et d'un temps certain !

Il est donc nécessaire de compléter l'effort d'investissement traditionnel avec d'une part la réalisation, la mise au point et la caractérisation de prototypes et d'autre part la mise en place du processus industriel de fabrication série et de distribution. Cet aspect physique n'existe pas pour le software ou les composants matériels programmables où il suffit de mettre en ligne pour partager ! [64]

D'un point de vue très général, Clive Thompson observe deux modèles économiques globaux pour l'OSHW [65].

- **La vente de l'expertise.**
- **La vente des appareillages électroniques manufacturés.**

Dans le deuxième cas de figure, précise-t-il, la vigilance envers la concurrence est indispensable. En effet, tout un chacun peut mettre en œuvre des plans *Open Source*. Pour y faire face, l'entreprise doit travailler sur les avantages complémentaires à la vente [66].

Les démarches qualité pour fidéliser la clientèle sont chose courante de nos jours : un accompagnement bien structuré, l'apport de solutions personnalisées, l'efficacité des services administratifs afférents à la production sont toujours très appréciés. Un mauvais système de facturation, par exemple, peut bloquer, purement et simplement, les mouvements d'argent ! Yves Fitoussi, acheteur national des gaz industriels pour la SNCF disait à l'un de ses fournisseurs : « Je ne vous achète pas des produits, je vous achète des solutions ! ».

Copyright (C) 2012 : Tous droits réservés

Certes, le système de brevets évacue le danger des sociétés rivales. Néanmoins, ainsi que nous l'avons dit plus haut, il ferme structurellement la voie vers des modes de fonctionnement qui, pour certains projets, sont les plus pertinents.

Des études de marché réalisées en 2009 ont mis à jour huit méthodes, qui offrent une vision plus précise des deux modèles globaux présentés plus haut :

1. **Services : conseil et customisation sur un appareillage dont on possède les droits.** La société vend les services relatifs à un projet OSHW qu'elle développe.
2. **Services : conseil et customisation pour un appareillage tiers.** Par exemple, la société *Polaris micro* vend l'expertise et le paramétrage pour des équipements basés sur *OpenSparc*, un projet OSHW de *Sun Microsystems*.
3. **Développement de designs propriétaires basés sur de l'OSHW.** La société vend des versions modifiées de projets OSHW qu'elle possède. Par exemple, *Gaisler Research* vend des netlists pour Leon-3FT, un code pour processeur basé sur Leon-3.
4. **Développement de designs et fabrication de matériel propriétaire basé sur de l'OSHW.** Ce modèle inclut la vente de versions modifiées de projets OSHW propres ; la différence avec l'alinéa précédent consiste dans le fait que la propriété intellectuelle est basée non sur le design mais sur le produit manufacturé. Par exemple, la société *emQbit* vend une carte qui est une version améliorée d'un matériel *Open Source*, l'ordinateur à carte unique ECB-AT91 v1.
5. **Produits manufacturés OSHW.** La société vend du matériel basé sur des projets qui sont intégralement *Open Source*. Ils peuvent émaner d'elle-même ou d'un tiers. Cette catégorie regroupe le plus grand nombre d'entreprises et semble être la première étape pour initier une activité OSHW.
6. **Outils logiciels pour des appareils OSHW.** La société fournit les programmes - propriétaires - qui servent à tester et à travailler avec du matériel OSHW qu'elle a développé.
7. **Outils électroniques pour des appareils OSHW.** Cette catégorie est similaire à la précédente, mais il s'agit ici d'outils qui consistent en du matériel électronique. Par exemple, *Gaisler Research* vend des cartes de développement pour Leon 3. *Sparklelabs* également fonctionne selon ce modèle.
8. **Double licence.** Ce modèle est similaire à celui du Logiciel libre (cf. tableau précédent). Le même design est proposé sous deux licences différentes. La première est de type GPL et force donc le client à développer ses produits sous des conditions *Open Source* identiques. La seconde est commerciale et, par conséquent, payante, mais elle permet au client de ne pas dévoiler son travail.

Une autre classification donne la liste suivante [67] :

- **Expertise pour la conception de designs :** Il s'agit de vendre du conseil en vue du développement d'équipements OSHW. Par exemple, *Asics.ws* produit des IP Cores en faisant payer le support technique.
- **Production de design :** La société travaille sur du design pour du matériel OSHW.
- **Production de design sous forme de distribution :** Les sociétés peuvent créer des ensembles de plans, des « paquets », et les distribuer exactement selon les méthodes de Linux. Le CD-ROM *O penTech* en est un exemple.
- **Fabrication de matériel :** La société produit du matériel OSHW, dont le design peut lui appartenir en propre ou être issu d'un tiers.

Massimo Menichinelli, en plus de ces éléments, a observé en 2011 trois modèles supplémentaires [68] :

1. **Mise en place de services gratuits en vue d'élargir le cercle des utilisateurs.** Par exemple, *Ad afruit* a créé une page d'annonces d'emploi qu'il est possible d''utiliser à condition d'être client de

Copyright (C) 2012 : Tous droits réservés

l'entreprise.
2. **Partenariat entre des sociétés *Open Source* et des fabricants.** Par exemple, *Ponoko* s'est associé avec *SparkFun Electronics* pour permettre à ses utilisateurs de construire des équipements électroniques. La technologie de *Ponoko* vient se combiner au catalogue de *SparkFun*, qui regroupe plus de 1500 articles.
3. **Financer des projets OSHW dans le but de se pourvoir d'une documentation *Open Source* de qualité.** En 2010, *Bildr* a eu recours à cette méthode pour récolter davantage de ressources pour son wiki, son blog, et sa communauté sous licence software MIT. Le site offre à ses utilisateurs de promouvoir leurs travaux et d'assumer pour eux certains frais liés à la construction des appareillages [69].

Mentionnons encore l'apparition, tout récemment, de nouvelles formes d'organisation visant à permettre aux particuliers de produire eux-mêmes des équipements électroniques.

Les *hackerspaces* en sont la déclinaison principale et se répandent actuellement partout dans le monde. Aux USA, un type de banque spécifique voit le jour : son objectif est, par la mutualisation, de créer des facilités de financement pour les micro projets OSHW. En effet, pour tout un chacun, les coûts seront liés principalement à l'achat des composants de base, sans l'accès aux tarifs de gros, et aux frais à prévoir, lors du développement, pour chaque itération et, en particulier, pour les tests [70].

Le fait de ne pas garder secrète la marche d'un projet permet d'envisager encore d'autres avantages, déjà évoqués plus haut, qui ont un effet direct sur le bon équilibre financier [71] :

- La création de programmes d'*early testing*. La livraison du matériel à tester serait octroyée en échange du déroulement complet ou partiel de campagnes de tests.
- L'ouverture vers des écoles d'électronique, avec des partenariats de contribution.

Dans cet ordre d'idées, des systèmes de collaborations heureuses avec d'autres institutions comme des centres de recherche par exemple pourraient être bénéfiques. Le CERN, cité plus haut, le souhaite lui aussi vivement et l'appelle dans le manifeste de son Open Hardware Repository (OHR) :

« Le business model actuel, pour la majeure partie des sociétés commerciales œuvrant dans le domaine du design, est de garder secrets les détails des plans. Lors même les marges de certaines entreprises peuvent être maximisées, il n'y a aucun avantage en cela pour les consommateurs. Nous croyons qu'un business model basé sur des sociétés qui conçoivent leurs designs dans le cadre de l'OSHW et qui sont rémunérées pour cela est parfaitement faisable et aura pour résultante de meilleurs produits ainsi que la possibilité offerte au consommateur de les améliorer et de les débugger plus efficacement ?» [72].

Enfin, les méthodes de travail présentées dans les chapitres précédents influencent les technologies dans le sens d'un hardware plus modulaire - le développement collaboratif exige structurellement cette caractéristique -, plus programmable et *flashable*. Les équipements seront dès lors mieux adaptables, interopérables et réutilisables, mais nécessiteront davantage de compétence en matière de paramétrage et de customisation (configuration de ROM, services autour des cartes graphiques, etc.). L'activité des services experts s'en trouve augmentée, induisant un besoin en personnel qualifié. Cette situation donne lieu à l'apparition des modèles constitutifs d'un écosystème analogue au FLOSS : conseil, mise en œuvre intégrée et formation (cf. le tableau récapitulatif donné plus haut). A l'instar de l'informatique, les grandes entreprises et communautés *Open Source* du hardware pourraient ressentir le besoin d'organiser un système de délivrance de certifications professionnelles, **labels** attestant du savoir-faire des intervenants et stimulant les stages de mise à jour technologique [73].

Copyright (C) 2012 : Tous droits réservés

De la production

Ainsi que nous l'avons déjà souligné plus haut, cette étape est essentielle pour la viabilité d'un projet et représente une différence majeure avec les réalités des systèmes programmables.

En pratique, deux manières de faire existent aujourd'hui : la production centralisée et la fabrication artisanale. La première est plus chère pour le consommateur. David A. Mellis suggère la création d'un système de manufacture distribué [74].

Chris Anderson, rédacteur en chef de *Wired* a, pour sa part, dans son article, « Dans la prochaine révolution industrielle, les atomes seront les nouveaux bits » [75], suggéré de recourir à *alibaba.com* ou aux sociétés du *Shanzai*. Celles-ci, en réalité, ont des méthodes de travail proches de l'OSHW [76].

4. Opportunités de business

Opportunités liées au concept matriciel : gestion multi dimensionnel

Ce modèle Open source est à voir comme un catalyseur d'opportunités de marchés. Il ne va pas modifier la structure et la segmentation de marchés actuels. Il va plutôt en modifier les comportements en proposant :

- un **élargissement des solutions** à offrir sur chaque marché cible,
- un **lien** plus étroit et naturel entre **produits** et **prestations**,
- une **diminution** des **coûts** à achèvements (intégrant à la fois les coûts d'acquisition et les coûts d'exploitation et de maintenance),
- un renforcement de l'**agilité** et de l'adaptabilité des solutions aux évolutions technologiques de ces marchés.

Ce modèle a pour vocation de renforcer le positionnement de chacun des acteurs sur le marché et par voie de conséquence renforcer la solidité de la relation client/fournisseur : une gamme de solutions plus larges diminuant les coûts à achèvements sans pour autant dégrader l'aspect "qualité" et "délais de réalisation" ne peut qu'aller dans le sens des exigences des clients !

Comme évoqué dans les précédents chapitres, le modèle traditionnel se positionne essentiellement autour d'un produit et d'une valorisation du savoir faire en lien avec sa spécificité, induisant ainsi un clivage dans les comportements d'achats : COTS/ Sur Mesure. Afin de préserver leur modèle, les fournisseurs de "Sur Mesure" ont établi une forme de protectionnisme à long terme, notamment autour des solutions propriétaires. Cependant, les limites du modèle traditionnel apparaissent car les nouveaux produits complexes sont plus issus d'innovations incrémentales collégiales que d'innovations de rupture individuelles et les évolutions des marchés vont vers la globalisation système/produit/services.

Si nous rentrons dans la segmentation de ces opportunités de marché, il faut penser à un schéma matriciel alliant :

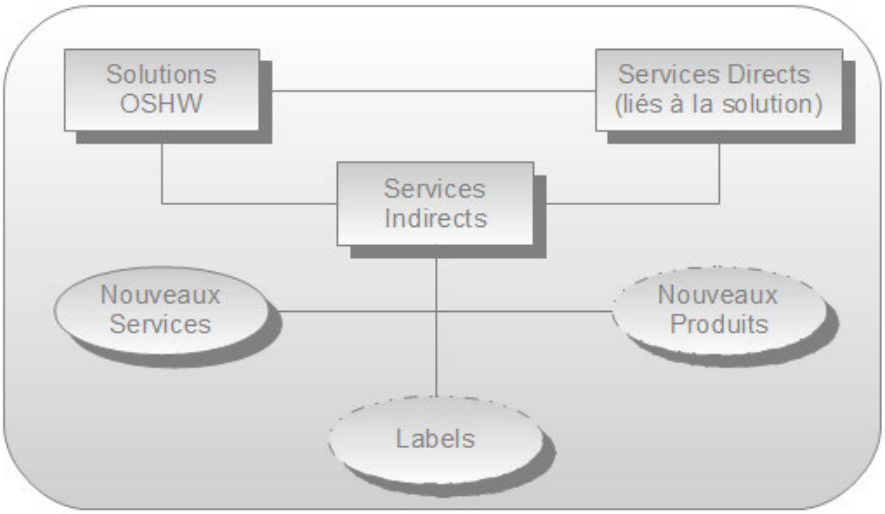
- les **acteurs** (PME, ETI, Grands groupes, Institutionnels, académiques, individus, ...),
- leurs **rôles** au sein des communautés,
- les **marchés** associés aux produits, aux solutions applicatives et aux services (ces derniers pouvant être directement associés aux produits (formation utilisation, gestion obsolescences) ou indirectement associés (accompagnement en conception, label,...)).

Copyright (C) 2012 : Tous droits réservés

La dimension de service associé à un produit (service direct) a déjà pour conséquence de créer un marché non plus à deux mais à trois dimensions (produit, service, client).

Le service direct cumulé à une offre de services indirects permet de jouer de l'effet de ricochet faisant rentrer les acteurs dans une démarche de croissance organique lui permettant d'atteindre plus facilement d'autres cibles de marché dans le même secteur d'activité, par élargissement de l'offre, ou de pénétrer d'autres marchés facilitant ainsi la diversification, rendue difficile par application du modèle traditionnel.

Le schéma ci-dessous illustre ces propos en précisant les interactions entre solutions et services et introduit les futures opportunités de marché.



Opportunités liées à la chaîne de la valeur : renforcement de la cohérence

En redéfinissant son propre rôle et en augmentant la notion de partage chacun des acteurs va renforcer son positionnement sur le marché au sein de la chaîne de valeur, assurant ainsi une cohérence et une vision partagée des attentes de chacun et du marché final (client final/systémier/équipementier/fabricant de modules/fabricant de composants/...).

Le temps et l'énergie passés par les équipes opérationnelles de chacun des acteurs se voient ainsi réduits ou dans l'idéal optimisé et contribuent ainsi à une meilleure compétitivité de tout l'écosystème.

Copyright (C) 2012 : Tous droits réservés

VI. Conclusion

Le projet BABYLONE nous a permis de défricher les bases d’un modèle technico-économique alternatif innovant pour développer les systèmes critiques de nouvelle génération en complément des modèles actuels.

Après voir présenté un état de la situation, nous avons présenté notre vision prospective basée sur un modèle de partage et des règles de bonnes pratiques. Nous avons ensuite présenté les bases de notre modèle économique et organisationnel pour les filières concernées et les opportunités de business complémentaires aux solutions traditionnelles.

Ce livre blanc n’est pas un aboutissement mais un préambule à un mouvement qui doit nécessairement se structurer, progresser et maturer pour atteindre un mode de fonctionnement nominal. Cependant, les éléments présentés sont suffisants pour commencer à mettre en œuvre le modèle en minimisant les risques industriels, économiques, juridiques et financiers.

Les grands comptes ont déjà anticipé l’intérêt d’un tel mode de fonctionnement qu’ils soutiennent. Nous espérons que les éléments présentés auront permis au plus grand nombre d’être sensibilisé à la problématique, d’avoir les éléments de base pour nourrir leur réflexion, pour organiser les premiers changements et pour proposer des opportunités de contribution.

L’adhésion de nouveaux acteurs, aux côtés des partenaires historiques, organisés en communautés techniques et transverses reliés à un ou plusieurs centres logistiques Open Source Matériel formeront la matrice permettant l’émergence et le développement d’un écosystème innovant offrant à ses membres un potentiel de croissance durable dans les filières concernées. C’est l’enjeu de la suite du projet BABYLONE que nous vous proposons d’écrire ensemble...

Copyright (C) 2012 : Tous droits réservés

Copyright (C) 2012 : Tous droits réservés

Annexes

Acronymes

Accronyme	Titre
LEAN	cf. Wikipedia : (littéralement : « maigre », « sans gras », « dégraissée », parfois traduite par « gestion sans gaspillage », « gestion allégée » ou par « au plus juste ») recherche la performance (en matière de productivité, de qualité, de délais, et enfin de coûts) par l'amélioration continue et l'**élimination des gaspillages** (muda en japonais)
OSHW	Open Source Hardware
FLOSS	Free Libre Open Source Software
EOLE	European OpenSource & Free Sofware Law Event
EFF	Electronic Frontier Foundation
G N U LGPL	GNU Lesser General Public License
GNU GPL	GNU General Public License
GNU	GNU’s Not Unix
DADVSI	Loi n° 2006-961 du 1er août 2006 relative au droit d’auteur et aux droits voisins dans la société de l’information
CSPLA	Conseil Supérieur de la Propriété Intellectuelle
CPI	Code de la propriété intellectuelle
CPU	Central Processing Unit
cf.	se référer à
CNIL	Commission nationale de l’informatique et des libertés
CIL	Correspondant Informatique et Libertés
CeCILL	CEA, CNRS, INRIA Logiciel Libre
CC	Creative Commons
BSD	Berkeley Software Distribution

Licence et Versions du document

Copyright (C) 2012 : Tous droits réservés

Licences

Le LIVRE BLANC "MODELE ECONOMIQUE OPEN SOURCE MATERIEL POUR LES SYSTEMES CRITIQUES » a été réalisé dans le cadre du projet BABYLONE sous la coordination de L. URBAIN — Copyright © 2012.

Ce document est licencié cumulativement sous licences GNU FDL 1.3 et CC-BY-SA 3.0 afin d'en permettre une diffusion large.

La GNU FDL est une licence libre copyleft calquée sur la GNU GPL, parfaitement adaptée aux documentations et qui nécessite que soit annexé systématiquement le texte de la licence.

La CC-BY-SA est une licence libre copyleft parfaitement adaptée aux contenus multimédias. Sa grande modularité permet de mixer les réalisations.

Cette double licence permet un usage du document qui soit conforme à l'une ou l'autre des licences. Plusieurs avantages peuvent être avancés :

- Le contenu sous licence est dès lors compatible avec la totalité des licences qui lui sont adjointes,
- L'étendue de la double licence est limitée à celle de la licence la plus permissive,
- L'utilisation d'au moins une licence française sécurise la double licence au regard des dispositions françaises.

Versions du document

Ce livre blanc initie une démarche de changement profond de développement des systèmes critiques. Les résultats de nos travaux seront amenés à évoluer avec la maturation du modèle économique.

Les prochaines versions du livre blanc seront identifiées par une référence et un indice d'évolution uniques.

N'hésitez pas à nous contacter si vous êtes intéressés et que vous souhaitez rejoindre le groupe de travail sur le thème de l'*Open Source Matériel pour les Systèmes Critiques*.

Licence GNU Free Documentation licence

Version 1.3, 3 November 2008

Copyright © 2000, 2001, 2002, 2007, 2008 Free Software Foundation, Inc. <http://fsf.org/>

Everyone is permitted to copy and distribute verbatim copies of this license document, but changing it is not allowed.

PREAMBLE

The purpose of this License is to make a manual, textbook, or other functional and useful document "free" in the sense of freedom: to assure everyone the effective freedom to copy and redistribute it, with or without modifying it, either commercially or noncommercially. Secondarily, this License preserves for the author and publisher a way to get credit for their work, while not being considered responsible for modifications made by others.

This License is a kind of “copyleft”, which means that derivative works of the document must themselves be free in the same sense. It complements the GNU General Public License, which is a copyleft license designed for free software.

We have designed this License in order to use it for manuals for free software, because free software needs free documentation: a free program should come with manuals providing the same freedoms that the software does. But this License is not limited to software manuals; it can be used for any textual work, regardless of subject matter or whether it is published as a printed book. We recommend this License principally for works whose purpose is instruction or reference.

APPLICABILITY AND DEFINITIONS

This License applies to any manual or other work, in any medium, that contains a notice placed by the copyright holder saying it can be distributed under the terms of this License. Such a notice grants a world-wide, royalty-free license, unlimited in duration, to use that work under the conditions stated herein. The “Document”, below, refers to any such manual or work. Any member of the public is a licensee, and is addressed as “you”. You accept the license if you copy, modify or distribute the work in a way requiring permission under copyright law.

A “Modified Version” of the Document means any work containing the Document or a portion of it, either copied verbatim, or with modifications and/or translated into another language.

A “Secondary Section” is a named appendix or a front-matter section of the Document that deals exclusively with the relationship of the publishers or authors of the Document to the Document’s overall subject (or to related matters) and contains nothing that could fall directly within that overall subject. (Thus, if the Document is in part a textbook of mathematics, a Secondary Section may not explain any mathematics.) The relationship could be a matter of historical connection with the subject or with related matters, or of legal, commercial, philosophical, ethical or political position regarding them.

The “Invariant Sections” are certain Secondary Sections whose titles are designated, as being those of Invariant Sections, in the notice that says that the Document is released under this License. If a section does not fit the above definition of Secondary then it is not allowed to be designated as Invariant. The Document may contain zero Invariant Sections. If the Document does not identify any Invariant Sections then there are none.

The “Cover Texts” are certain short passages of text that are listed, as Front-Cover Texts or Back-Cover Texts, in the notice that says that the Document is released under this License.

A Front-Cover Text may be at most 5 words, and a Back-Cover Text may be at most 25 words.

A “Transparent” copy of the Document means a machine-readable copy, represented in a format whose specification is available to the general public, that is suitable for revising the document straightforwardly with generic text editors or (for images composed of pixels) generic paint programs or (for drawings) some widely available drawing editor, and that is suitable for input to text formatters or for automatic translation to a variety of formats suitable for input to text formatters. A copy made in an otherwise Transparent file format whose markup, or absence of markup, has been arranged to thwart or discourage subsequent modification by readers is not Transparent. An image format is not Transparent if used for any substantial amount of text. A copy that is not “Transparent” is called “Opaque”.

Examples of suitable formats for Transparent copies include plain ASCII without markup, Texinfo

Copyright (C) 2012 : Tous droits réservés

input format, LaTeX input format, SGML or XML using a publicly available DTD, and standard-conforming simple HTML, PostScript or PDF designed for human modification. Examples of transparent image formats include PNG, XCF and JPG. Opaque formats include proprietary formats that can be read and edited only by proprietary word processors, SGML or XML for which the DTD and/or processing tools are not generally available, and the machine-generated HTML, PostScript or PDF produced by some word processors for output purposes only.
The “Title Page” means, for a printed book, the title page itself, plus such following pages as are needed to hold, legibly, the material this License requires to appear in the title page. For works in formats which do not have any title page as such, “Title Page” means the text near the most prominent appearance of the work’s title, preceding the beginning of the body of the text.

The “publisher” means any person or entity that distributes copies of the Document to the public.

A section “Entitled XYZ” means a named subunit of the Document whose title either is precisely XYZ or contains XYZ in parentheses following text that translates XYZ in another language. (Here XYZ stands for a specific section name mentioned below, such as “Acknowledgements”, “Dedications”, “Endorsements”, or “History”.) To “Preserve the Title” of such a section when you modify the Document means that it remains a section “Entitled XYZ” according to this definition.
The Document may include Warranty Disclaimers next to the notice which states that this License applies to the Document. These Warranty Disclaimers are considered to be included by reference in this License, but only as regards disclaiming warranties: any other implication that these Warranty Disclaimers may have is void and has no effect on the meaning of this License.

VERBATIM COPYING

You may copy and distribute the Document in any medium, either commercially or noncommercially, provided that this License, the copyright notices, and the license notice saying this License applies to the Document are reproduced in all copies, and that you add no other conditions whatsoever to those of this License. You may not use technical measures to obstruct or control the reading or further copying of the copies you make or distribute. However, you may accept compensation in exchange for copies. If you distribute a large enough number of copies you must also follow the conditions in section 3.

You may also lend copies, under the same conditions stated above, and you may publicly display copies.

COPYING IN QUANTITY

If you publish printed copies (or copies in media that commonly have printed covers) of the Document, numbering more than 100, and the Document’s license notice requires Cover Texts, you must enclose the copies in covers that carry, clearly and legibly, all these Cover Texts: Front-Cover Texts on the front cover, and Back-Cover Texts on the back cover. Both covers must also clearly and legibly identify you as the publisher of these copies. The front cover must present the full title with all words of the title equally prominent and visible. You may add other material on the covers in addition. Copying with changes limited to the covers, as long as they preserve the title of the Document and satisfy these conditions, can be treated as verbatim copying in other respects.

If the required texts for either cover are too voluminous to fit legibly, you should put the first ones listed (as many as fit reasonably) on the actual cover, and continue the rest onto adjacent pages.

If you publish or distribute Opaque copies of the Document numbering more than 100, you must either include a machine-readable Transparent copy along with each Opaque copy, or state in or with each Opaque copy a computer-network location from which the general network-using public has access to

Copyright (C) 2012 : Tous droits réservés

download using public-standard network protocols a complete Transparent copy of the Document, free of added material. If you use the latter option, you must take reasonably prudent steps, when you begin distribution of Opaque copies in quantity, to ensure that this Transparent copy will remain thus accessible at the stated location until at least one year after the last time you distribute an Opaque copy (directly or through your agents or retailers) of that edition to the public.

It is requested, but not required, that you contact the authors of the Document well before redistributing any large number of copies, to give them a chance to provide you with an updated version of the Document.

MODIFICATIONS

You may copy and distribute a Modified Version of the Document under the conditions of sections 2 and 3 above, provided that you release the Modified Version under precisely this License, with the Modified Version filling the role of the Document, thus licensing distribution and modification of the Modified Version to whoever possesses a copy of it. In addition, you must do these things in the Modified Version:

A. Use in the Title Page (and on the covers, if any) a title distinct from that of the Document, and from those of previous versions (which should, if there were any, be listed in the History section of the Document). You may use the same title as a previous version if the original publisher of that version gives permission.

B. List on the Title Page, as authors, one or more persons or entities responsible for authorship of the modifications in the Modified Version, together with at least five of the principal authors of the Document (all of its principal authors, if it has fewer than five), unless they release you from this requirement.

C. State on the Title page the name of the publisher of the Modified Version, as the publisher.

D. Preserve all the copyright notices of the Document.

E. Add an appropriate copyright notice for your modifications adjacent to the other copyright notices.

F. Include, immediately after the copyright notices, a license notice giving the public permission to use the Modified Version under the terms of this License, in the form shown in the Addendum below.

G. Preserve in that license notice the full lists of Invariant Sections and required Cover Texts given in the Document’s license notice.

H. Include an unaltered copy of this License.

I. Preserve the section Entitled “History”, Preserve its Title, and add to it an item stating at least the title, year, new authors, and publisher of the Modified Version as given on the Title Page. If there is no section Entitled “History” in the Document, create one stating the title, year, authors, and publisher of the Document as given on its Title Page, then add an item describing the Modified Version as stated in the previous sentence.

J. Preserve the network location, if any, given in the Document for public access to a Transparent copy of the Document, and likewise the network locations given in the Document for previous versions it

Copyright (C) 2012 : Tous droits réservés

was based on. These may be placed in the “History” section. You may omit a network location for a work that was published at least four years before the Document itself, or if the original publisher of the version it refers to gives permission.

K. For any section Entitled “Acknowledgements” or “Dedications”, Preserve the Title of the section, and preserve in the section all the substance and tone of each of the contributor acknowledgements and/or dedications given therein.

L. Preserve all the Invariant Sections of the Document, unaltered in their text and in their titles. Section numbers or the equivalent are not considered part of the section titles.

M. Delete any section Entitled “Endorsements”. Such a section may not be included in the Modified Version.

N. Do not retitle any existing section to be Entitled “Endorsements” or to conflict in title with any Invariant Section.

O. Preserve any Warranty Disclaimers.

If the Modified Version includes new front-matter sections or appendices that qualify as Secondary Sections and contain no material copied from the Document, you may at your option designate some or all of these sections as invariant. To do this, add their titles to the list of Invariant Sections in the Modified Version’s license notice. These titles must be distinct from any other section titles.

You may add a section Entitled “Endorsements”, provided it contains nothing but endorsements of your Modified Version by various parties---for example, statements of peer review or that the text has been approved by an organization as the authoritative definition of a standard.

You may add a passage of up to five words as a Front-Cover Text, and a passage of up to 25 words as a Back-Cover Text, to the end of the list of Cover Texts in the Modified Version. Only one passage of Front-Cover Text and one of Back-Cover Text may be added by (or through arrangements made by) any one entity. If the Document already includes a cover text for the same cover, previously added by you or by arrangement made by the same entity you are acting on behalf of, you may not add another; but you may replace the old one, on explicit permission from the previous publisher that added the old one.

The author(s) and publisher(s) of the Document do not by this License give permission to use their names for publicity for or to assert or imply endorsement of any Modified Version.

COMBINING DOCUMENTS

You may combine the Document with other documents released under this License, under the terms defined in section 4 above for modified versions, provided that you include in the combination all of the Invariant Sections of all of the original documents, unmodified, and list them all as Invariant Sections of your combined work in its license notice, and that you preserve all their Warranty Disclaimers.

The combined work need only contain one copy of this License, and multiple identical Invariant Sections may be replaced with a single copy. If there are multiple Invariant Sections with the same name but different contents, make the title of each such section unique by adding at the end of it, in

Copyright (C) 2012 : Tous droits réservés

parentheses, the name of the original author or publisher of that section if known, or else a unique number. Make the same adjustment to the section titles in the list of Invariant Sections in the license notice of the combined work.

In the combination, you must combine any sections Entitled “History” in the various original documents, forming one section Entitled “History”; likewise combine any sections Entitled “Acknowledgements”, and any sections Entitled “Dedications”. You must delete all sections Entitled “Endorsements”.

COLLECTIONS OF DOCUMENTS

You may make a collection consisting of the Document and other documents released under this License, and replace the individual copies of this License in the various documents with a single copy that is included in the collection, provided that you follow the rules of this License for verbatim copying of each of the documents in all other respects.

You may extract a single document from such a collection, and distribute it individually under this License, provided you insert a copy of this License into the extracted document, and follow this License in all other respects regarding verbatim copying of that document.

AGGREGATION WITH INDEPENDENT WORKS

A compilation of the Document or its derivatives with other separate and independent documents or works, in or on a volume of a storage or distribution medium, is called an “aggregate” if the copyright resulting from the compilation is not used to limit the legal rights of the compilation’s users beyond what the individual works permit. When the Document is included in an aggregate, this License does not apply to the other works in the aggregate which are not themselves derivative works of the Document.

If the Cover Text requirement of section 3 is applicable to these copies of the Document, then if the Document is less than one half of the entire aggregate, the Document’s Cover Texts may be placed on covers that bracket the Document within the aggregate, or the electronic equivalent of covers if the Document is in electronic form. Otherwise they must appear on printed covers that bracket the whole aggregate.

TRANSLATION

Translation is considered a kind of modification, so you may distribute translations of the Document under the terms of section 4. Replacing Invariant Sections with translations requires special permission from their copyright holders, but you may include translations of some or all Invariant Sections in addition to the original versions of these Invariant Sections. You may include a translation of this License, and all the license notices in the Document, and any Warranty Disclaimers, provided that you also include the original English version of this License and the original versions of those notices and disclaimers. In case of a disagreement between the translation and the original version of this License or a notice or disclaimer, the original version will prevail.

If a section in the Document is Entitled “Acknowledgements”, “Dedications”, or “History”, the requirement (section 4) to Preserve its Title (section 1) will typically require changing the actual title.

Copyright (C) 2012 : Tous droits réservés

TERMINATION

You may not copy, modify, sublicense, or distribute the Document except as expressly provided under this License. Any attempt otherwise to copy, modify, sublicense, or distribute it is void, and will automatically terminate your rights under this License.

However, if you cease all violation of this License, then your license from a particular copyright holder is reinstated (a) provisionally, unless and until the copyright holder explicitly and finally terminates your license, and (b) permanently, if the copyright holder fails to notify you of the violation by some reasonable means prior to 60 days after the cessation.

Moreover, your license from a particular copyright holder is reinstated permanently if the copyright holder notifies you of the violation by some reasonable means, this is the first time you have received notice of violation of this License (for any work) from that copyright holder, and you cure the violation prior to 30 days after your receipt of the notice. Termination of your rights under this section does not terminate the licenses of parties who have received copies or rights from you under this License. If your rights have been terminated and not permanently reinstated, receipt of a copy of some or all of the same material does not give you any rights to use it.

FUTURE REVISIONS OF THIS LICENSE

The Free Software Foundation may publish new, revised versions of the GNU Free Documentation License from time to time. Such new versions will be similar in spirit to the present version, but may differ in detail to address new problems or concerns. See http://www.gnu.org/copyleft/.

Each version of the License is given a distinguishing version number. If the Document specifies that a particular numbered version of this License “or any later version” applies to it, you have the option of following the terms and conditions either of that specified version or of any later version that has been published (not as a draft) by the Free Software Foundation. If the Document does not specify a version number of this License, you may choose any version ever published (not as a draft) by the Free Software Foundation. If the Document specifies that a proxy can decide which future versions of this License can be used, that proxy’s public statement of acceptance of a version permanently authorizes you to choose that version for the Document.

RELICENSING

“Massive Multiauthor Collaboration Site” (or “MMC Site”) means any World Wide Web server that publishes copyrightable works and also provides prominent facilities for anybody to edit those works. A public wiki that anybody can edit is an example of such a server. A “Massive Multiauthor Collaboration” (or “MMC”) contained in the site means any set of copyrightable works thus published on the MMC site.

“CC-BY-SA” means the Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 license published by Creative Commons Corporation, a not-for-profit corporation with a principal place of business in San Francisco, California, as well as future copyleft versions of that license published by that same organization.

“Incorporate” means to publish or republish a Document, in whole or in part, as part of another Document.

An MMC is “eligible for relicensing” if it is licensed under this License, and if all works that were first published under this License somewhere other than this MMC, and subsequently incorporated in whole

Copyright (C) 2012 : Tous droits réservés

or in part into the MMC, (1) had no cover texts or invariant sections, and (2) were thus incorporated prior to November 1, 2008.

The operator of an MMC Site may republish an MMC contained in the site under CC-BY-SA on the same site at any time before August 1, 2009, provided the MMC is eligible for relicensing.

ADDENDUM: How to use this License for your documents

To use this License in a document you have written, include a copy of the License in the document and put the following copyright and license notices just after the title page: Copyright (C) YEAR YOUR NAME.

Permission is granted to copy, distribute and/or modify this document under the terms of the GNU Free Documentation License, Version 1.3 or any later version published by the Free Software Foundation; with no Invariant Sections, no Front-Cover Texts, and no Back-Cover Texts.

A copy of the license is included in the section entitled “GNU Free Documentation License”.

If you have Invariant Sections, Front-Cover Texts and Back-Cover Texts, replace the “with … Texts.” line with this:with the Invariant Sections being LIST THEIR TITLES, with the Front-Cover Texts being LIST, and with the Back-Cover Texts being LIST.

If you have Invariant Sections without Cover Texts, or some other combination of the three, merge those two alternatives to suit the situation.

If your document contains nontrivial examples of program code, we recommend releasing these examples in parallel under your choice of free software license, such as the GNU General Public License, to permit their use in free software.

Copyright (C) 2012 : Tous droits réservés

Copyright (C) 2012 : Tous droits réservés

Notes

[1] Sont considérées comme open source les licences certifiées par l'open source Initiative et publiées comme telles sur son site internet (http://www.opensource.org) en date du 3 juillet 2009.

[2] Pour une introduction générale, d'excellents articles sont disponibles sur le site du journal *Le Monde*, "La prochaine révolution ? Faites-là vous même !" ainsi que sur *Wikipédia*, "Matériel libre" et, beaucoup plus succinct mais bénéficiant des dernières mises à jour, "Open-source hardware" (en anglais) : http://internetactu.blog.lemonde.fr/2011/10/12/la-prochaine-revolution-faites-la-vous-meme/ ou http://www.lemonde.fr/technologies/article/2010/11/05/la-prochaine-revolution-faites-la-vous-meme_1436212_651865.html, ainsi que http://fr.wikipedia.org/wiki/Mat%C3%A9riel_libre et http://en.wikipedia.org/wiki/Open-source_hardware.

[3] Sur le *LifeTrac* : http://makeprojects.com/c/LifeTrac et http://opensourceecology.org/wiki/?old-url=true&, sur *OSWash* : http://www.oswash.org/, sur *Open Moto X* : http://openmotox.wikia.com/wiki/Open_Moto_X_Wiki.

[4] http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_open_source_hardware_projects, ainsi que http://p2pfoundation.net/Product_Hacking, et http://fr.wikipedia.org/wiki/Mat%C3%A9riel_libre.

[5] D'après la définition inventée par Henry Chesbrough.

[6] Les boutiques en ligne de ces sociétés sont sur : http://arduino.cc/en/Main/Buy, http://www.adafruit.com/, http://diydrones.com/, http://opencores.org/shop,items, http://beagleboard.org/buy, http://diydrones.com/.

[7] http://www.ohwr.org.

[8] Open Source Hardware (OSHW) Definition 1.0 sur http://freedomdefined.org/OSHW (traduction française: http://freedomdefined.org/OSHW/translations/fr et Wikipédia).

[9] Des extraits des conférences du sommet 2010 sont disponibles au format vidéo sur : http://www.youtube.com/watch?v=3HS2Gqwc1so. Sur le mouvement de l'OSHW, on consultera avec profit les articles disponibles sur le site du magazine *Make* : http://blog.makezine.com/search/.

[10] Le magazine *Make* avait donné un bilan très synthétique du sommet 2010 lors de l'annonce de celui de 2011 : http://blog.makezine.com/2011/06/06/open-hardware-summit-2011-call-for-submissions-openhardware-oshw/ ; pour la définition du OSHW, il y indiquait le lien suivant : http://freedomdefined.org/OSHW. Le site du sommet annuel de l'OSHW, pour sa part, est sur http://summit.oshwa.org/ (définition sur http://www.oshwa.org/definition/).

[11] http://freedomdefined.org/OSHW : voir le paragraphe « 1. Documentation ».

[12] D. ENNIFAR, *Thèse de recherche en stratégie…* (déjà cité plus haut).

[13] http://www.oshwr.org.

[14] Marina Giampietro, *Hardware joins the open movement*, CERN Courier, 6 juin 2011 : http://cerncourier.com/cws/article/cern/46054, déjà cité.

[15] Les divers aspects de la méthode collaborative sont décrits très clairement et brièvement dans le

Copyright (C) 2012 : Tous droits réservés

manifeste du Open Hardware Repository (OHR) créé par le CERN : http://www.ohwr.org/projects/ohr-support/wiki/Manifesto.

[16] Javier Serrano, ingénieur au CERN et fondateur du OHR, cité par Marina Giampietro, *Hardware joins...*

[17] Ce dernier paragraphe est rédigé d'après un entretien avec Pascal Vilarem, directeur technique de *L inagora Grand-Sud-Est*.

[18] Ibid.

[19] Il s'agit des Ministères de la Culture, des services de l'administration fiscale, de la Gendarmerie nationale et du Ministère de l'Équipement, puis des Ministères de la Défense, de l'Économie et des Finances, de la Justice, des Affaires étrangères, de la Jeunesse et des Sports, de l'Éducation nationale et de l'Agriculture. D. Ennifar, *Thèse de recherche en stratégie.…*, p.21-22. **Nota :** Les Ministères n'ont pas nécessairement migré tout de suite l'intégralité de leurs SI vers le Libre. La première étape, en général, a consisté a installer la suite *OpenOffice* pour les outils de bureautique courants (« poste de travail »). L'abandon de Windows en faveur Linux venait en second lieu, tant sur les ordinateurs du personnel que pour les services structurels tels que les serveurs.

[20] *Ibid*., p24.

[21] Ce paragraphe est rédigé d'après un entretien avec Pascal Vilarem, directeur technique de *Linagor a Grand-Sud-Est*.

[22] *Ibid*.

[23] Linus Torvalds, cité par Pascal Vilarem. Voici la version originale : "Given enough eyeballs, all bugs are shallow"; or more formally: "Given a large enough beta-tester and co-developer base, almost every problem will be characterized quickly and the fix will be obvious to someone".http://en.wikipedia.org/wiki/Linus%27_Law,http://fr.wikipedia.org/wiki/Loi_de_Linus#cite_note-0,https://www.projet-plume.org/files/Valorisation_LL_ENAC_%20PAPARAZZI.pdf. Nota : Cette dernière référence émane de l'ENAC (école doctorale) : VALORISATION D'UN LOGICIEL LIBRE A L'ENAC : PAPARAZZI, dans le cadre du développement d'un mini-drone , pour lequel ont été développés du hardware (système embarqué) et du software (système embarqué, station sol, outils de développement).

[24] Entretien avec Pascal Vilarem, directeur technique de *Linagora Grand-Sud-Est*.

[25] D. Ennifar, *Thèse de recherche en stratégie.…*, chapitre « L'aspect qualité », p.33.

[26] Entretien avec Pascal Vilarem, directeur technique de *Linagora Grand-Sud-Est*.

[27] D. Ennifar, *Thèse de recherche en stratégie.…*, p.33.

[28] Ibid, p.16.

[29] D. Ennifar, *Thèse de recherche en stratégie.…*, p.42 et ss.

[30] *Ibid.*, p.23.

[31] Les locutions citées proviennent de *D. Ennifar, Thèse de recherche en stratégie.…*., p.34.

Copyright (C) 2012 : Tous droits réservés

[32] *Ibid*., p.30.

[33] Elle donne les noms suivants : *Adafruit Industries, Arduino, BeagleBoard, Bug Labs, Chumby, Dangerous Prototypes, DIY Drones, Evil Mad Scientist Labs, Liquidware, MakerBot Industries, Maker Shed, Parallax, Seeed Studios, Solarbotics, SparkFun Electronics*. Les slides projetées lors de son exposé sont sur le web : http://singularityhub.com/2010/05/10/13-open-source-hardware-companies-making-1-million-or-more-video/.

[34] Le site pédagogique de l'académie de Nantes offre un tableau synoptique très clair, joint à la fiche « Matériel et logiciel libres » : http://www.pedagogie.ac-nantes.fr/1325465790907/0/fiche___ressourcepedagogique/&RH=1333490637002#/pts/sn-250911-4198207-4198207-33842187/

[35] Pour davantage de précisions : http://en.wikipedia.org/wiki/Copyleft.

[36] http://en.wikipedia.org/wiki/Open-source_hardware.

[37] Cf. le site de l'association francophone des utilisateurs de logiciels libres : http://aful.org/ressources/licences-libres. La présentation y est très pédagogique, elle comporte des références utiles.

[38] Pour une première approche, on consultera un tableau comparatif des diverses licences sur http://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_free_software_licenses ainsi que http://www.framabook.org/docs/optionlibre/OptionlibreDubonusagedeslicenceslibres/chapitre-126-fr.html.

[39] D. Ennifar, *Thèse de recherche en stratégie et management des systèmes d'information – les logiciels libres au sein des ministères français*, ESCP-EAP, Paris 2007, p.11-13 (http://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00683422/).

[40] http://www.gnu.org/copyleft/gpl.html.

[41] http://www.gnu.org/licenses/lgpl.html.

[42] http://en.wikipedia.org/wiki/Creative_Commons_licenses.

[43] http://fr.wikipedia.org/Licence_libre. Cette page comporte par ailleurs une liste abondante de licences libres et une bibliographie intéressante d'ouvrages disponibles sur le web.

[44] http://en.wikipedia.org/wiki/Free_software_license.

[45] CECILL : CE pour CEA, C pour CNRS, I pour INRIA et LL pour logiciel libre.

[46] Benjamin JEAN : http://www.framabook.org/docs/optionlibre/OptionlibreDubonusagedeslicenceslibres/chapitre-134-fr.html#u7

[47] http://blog.makezine.com/2012/04/23/makes-exclusive-interview-with-alicia-gibb-president-of-the-open-source-hardware-association/.

[48] *Ibid*.

[49] http://solderpad.org/licenses/. Il n'y a aucune information sur le site de la fondation Apache. Voici un article qui parle du projet : http://blogs.computerworlduk.com/commons-law/2012/03/open-source-hardware-announcing-a-new-licence/index.htm.

[50] Pour davantage d'informations : http://www.ohwr.org/cernohl.

Copyright (C) 2012 : Tous droits réservés

[51] Myriam Ayass, conseil juridique du Groupe de transfert des connaissances et des technologies du CERN et auteur de la CERN OHL, citée par Marina Giampietro, *Hardware joins the open movement*, CERN Courier, 6 juin 2011 : http://cerncourier.com/cws/article/cern/46054.

[52] http://www.tapr.org/OHL. L'auteur de la licence est John Ackermann, juriste spécialisé dans les licences du Logiciel libre. Il est l'auteur d'un article qui explore les modalités, d'un point de vue légal, de l'application des concepts du FLOSS au hardware : http://www.tapr.org/Ackermann_Open_Source_Hardware_Article_2009.pdf.

[53] http://solderpad.org/licenses/SHL-0.51/. Ce lien indiqué par Alicia Gibb et par http://en.wikipedia.org/wiki/Open-source_hardware. Voir également un bref descriptif sur : http://solderpad.org/licenses/.

[54] http://fr.wikipedia.org/wiki/Mat%C3%A9riel_libre#Des_licences_mat.C3.A9riel_libre.

[55] Elle est également en cours d'élaboration : http://www.balloonboard.org/docs/Balloon_License_0v2.pdf.

[56] http://opencollector.org/hardlicense/hdpl.html.

[57] http://blog.makezine.com/2012/04/23/makes-exclusive-interview-with-alicia-gibb-president-of-the-open-source-hardware-association/, déjà cité.

[58] Organisation, juridique, Ressources Humaines, Communication, formation, budget, gestion du patrimoine matériel/immatériel.

[59] Benjamin JEAN : http://www.framabook.org/docs/optionlibre/OptionlibreDubonusagedeslicenceslibres/chapitre-135-fr.html#u2

[60] Nous pouvons de nouveau citer B. JEAN "...les statuts particuliers des créations faisant intervenir plusieurs auteurs-- simultanément (de collaboration ou collectives) ou successivement (composites, dérivées) – deviennent aujourd'hui la norme et il n'est pas rare qu'une œuvre dérivée soit aussi composite, mêlant des contributions d'œuvres collectives et de collaboration. Même si l'interprétation du Code de propriété intellectuelle a permis de considérer que l'inventeur pouvait en réalité être une « équipe d'inventeurs » et qu'une personne morale pouvait parfaitement être auteur d'une création, l'innovation et la création telles que saisies par le code sont encore très liées à la contribution d'un individu (les partenaires et clients ne jouant qu'un rôle passif dans celle- ci). Le second problème concerne adaptabilité des droits actuels aux créations complexes : conçue dans un monde où les produits ou services étaient relativement simples et ne reposaient que sur un nombre limité d'inventions, l'exclusivité conférée aux titulaires de droits n'avait pas l'effet bloquant qu'elle a en présence de centaines (voire milliers) d'objets de droits utilisés dans certains produits. Ainsi, des inventions fictives ou mineures peuvent aujourd'hui bloquer une invention plus importante et un produit de grande valeur sociale (...) Cette complexification de l'élaboration – et du statut – de l'œuvre remet en cause le caractère très individualiste et personnel des droits de propriété intellectuelle et, plus généralement, du concept de propriété à l'encontre de ces créations. (...) Les communautés (d'utilisateurs- contributeurs, clients, fans, etc.) peuvent avoir un rôle clé dans le succès d'un produit ou service, pour lequel elles peuvent être impliquées dès la conception jusqu'à la commercialisation (ainsi que dans toutes les phases intermédiaires). (...) Ce mouvement contribue à la mutation plus large d'un public qui devient auteur et des utilisateurs- contributeurs, brisant ainsi la dichotomie classique entre l'auteur (intouchable) et son public (anonyme et passif). (...) Les rapports juridiques sont actuellement complexes à organiser : entre les entreprises qui font appel à de telles communautés et les communautés elles-mêmes, mais aussi parfois entre les membres de cette communauté et éventuellement leur production commune. Il est nécessaire qu'une stratégie claire oriente ce type

Copyright (C) 2012 : Tous droits réservés

d’initiatives (afin de donner suffisamment pour être attractif tout en conservant un contrôle suffisant pour être économiquement viable) et qu’une politique préalable en matière de propriété intellectuelle (notamment droit d’auteur, brevet, marque, etc.) soit rédigée afin de précéder toute complication liée à l’exploitation des créations ainsi générées...".

[61] www.free-electrons.com.

[62] www.armadeus.com.

[63] En pratique, une société d'informatique fournit des outils via le web sous réserve d'un abonnement : les utilisateurs n'installent pas de programme sur leurs machines mais en bénéficient par le biais d'une connexion. cf. http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Logiciel_en_tant_que_service&oldid=81730420.

[64] David A. Mellis, cofondateur de Arduino, est très explicite sur ce point : http://blog.p2pfoundation.net/open-source-hardware-and-enterpreneurship/2009/07/11 (en anglais).

[65] Nous citons ici, comme dans toute la suite de ce chapitre, une synthèse de 2009 (en anglais) que l'on trouvera sur le lien : http://p2pfoundation.net/Open_Source_Hardware_Business_Models. Ce document, qui a été largement repris dans une étude publiée le 16 mars 2011 sur *openp2pdesign.org*, se réfère, entre autres, à deux articles parus dans TIM (The Technology Innovation Management Review) en 2008 et 2009 ainsi qu'à une étude de Grégory Pomerantz, datant de 2000. On trouvera ces quatre documents sur : http://www.openp2pdesign.org/2011/open-design/business-models-for-open-hardware/, http://timreview.ca/node/136,http://timreview.ca/article/228, https://files.nyu.edu/gmp216/public/papers/bmfosh-1.0.html.

[66] *Ibid*.

[67] Nous citons toujours ici (cf. notes précédentes) : http://p2pfoundation.net/Open_Source_Hardware_Business_Models.

[68] Étude de Massimo Menichinelli citée plus haut, pub1iée le 6 mars 2011 sur *openp2pdesign.org* : http://www.openp2pdesign.org/2011/open-design/business-models-for-open-hardware/.

[69] http://wiki.bildr.org/index.php/bildr:Project_Promotion.

[70] Massimo Menichinelli, mars 2011, http://www.openp2pdesign.org/2011/open-design/business-models-for-open-hardware/.

[71] Entretien avec Pascal Vilarem, directeur technique de *Linagora Grand-Sud-Est*.

[72] http://www.ohwr.org/projects/ohr-support/wiki/Manifesto.

[73] *Ibid*.

[74] *Ibid*.

[75] http://www.wired.com/magazine/2010/ff_newrevolution/all/1 cité par M. Menichinelli.

[76] *Ibid*.

Copyright (C) 2012 : Tous droits réservés